





BOSTON MEDICAL LIBRARY  
PURCHASED FROM THE INCOME OF THE  
SAMUEL WHEELER WYMAN  
MEMORIAL FUND















# Handbuch der Ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege 1914/1918

unter Mitredaktion von

Ludwig Aschoff-Freiburg i. Br., Theodor Axenfeld-Freiburg i. Br.,  
Karl Bonhoeffer-Berlin, Carl Franz-Berlin, Rudolf Grashey-München,  
Wilhelm Hoffmann-Berlin, Gustav Killian(†)-Berlin, Ludolf v. Krehl-  
Heidelberg, Erwin Payr-Leipzig, Otto Voß-Frankfurt a. M.

herausgegeben von

Prof. Dr. Otto von Schjerning(†)

weil. Generalstabsarzt der Armee a. D. in Berlin,  
während des Krieges Chef des Feld-Sanitätswesens

Band II

## Chirurgie

herausgegeben von

Prof. Dr. Erwin Payr und Prof. Dr. Carl Franz  
Geh. Med.-Rat in Leipzig Generalarzt in Berlin

Zweiter Teil



Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig

1922



# Chirurgie

Unter Mitwirkung von

August Bier-Berlin, Max Böhm-Berlin, Moritz Borchardt-Berlin, Fritz Brüning-Berlin, Richard Cassirer-Berlin, Anton von Eiselsberg-Wien, Eugen Enderlen-Heidelberg, Albert Wilhelm Fischer-Frankfurt a. M., Carl Franz-Berlin, Hugo Grauert-Berlin, Nicolai Guleke-Jena, Hans von Haberer-Innsbruck, Hermann Heineke(†)-Leipzig, Curt Heinemann-Grüder-Berlin, Otto Hildebrand-Berlin, Wilhelm Jehn-München, Fritz Franz Otto Kayser-Köln a. Rh., Hermann Kehl-Marburg a. L., Martin Kirschner-Königsberg, Rudolf Klapp-Berlin, Werner Körte-Berlin, Fedor Krause-Berlin, Hermann Kümmell-Hamburg, Hermann Küttner-Breslau, Felix Landois-Berlin, Fritz Lange-München, Arthur Läwen-Marburg a. L., Erich Lexer-Freiburg i. Br., Fritz Lotsch-Berlin, Karl Ludloff-Frankfurt a. M., Max Martens-Berlin, Wilhelm Müller-Rostock, Fritz Partsch-Rostock, Erwin Payr-Leipzig, Georg Perthes-Tübingen, Conrad Pochhammer-Potsdam, Erich von Redwitz-Heidelberg, Ludwig Rehn-Frankfurt a. M., Oskar Römer-Leipzig, Oskar Rumpel-Berlin, Ferdinand Sauerbruch-München, Victor Schmieden-Frankfurt a. M., Georg Schöne-Stettin, Alexander Tietze-Breslau

herausgegeben von

**Dr. Erwin Payr** und **Dr. Carl Franz**

Geh. Med.-Rat, o. Prof. d. Chirurgie,  
Direktor der chirurg. Klinik, Leipzig

Generalarzt,  
o. Professor der Kriegschirurgie a.  
d. Kaiser-Wilhelm-Akademie, Berlin

## Zweiter Teil

Mit 696 teils farbigen Abbildungen im Text und 2 Doppeltafeln



Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig

1922





20235 Hy

Copyright 1922 by Johann Ambrosius Barth in Leipzig.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

Druck von C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig.

\*23. A. 9.

# Inhaltsverzeichnis zu Band II\*).

## B. Besonderer Teil.

(Fortsetzung.)

Seite

V. Bauchschüsse . . . . .	3
1. Die Schußverletzungen des Magen-Darm-Kanales von Geh. Hofrat Prof. Dr. EUGEN ENDERLEN in Heidelberg und Privatdozent Dr. ERICH Freiherrn v. REDWITZ in Heidelberg. Mit 15 Abbildungen im Text . . . . .	3
A. Einleitung . . . . .	3
B. Häufigkeit der Darmschüsse . . . . .	5
C. Diagnose. . . . .	7
D. Prognose. . . . .	14
E. Behandlung . . . . .	23
F. Operative Behandlung . . . . .	31
G. Spätfolgen der Darmschüsse . . . . .	58
2. Kriegsverletzungen der Leber, Gallenblase, Gallengänge, Pankreas, Milz von Geh. Sanitätsrat Prof. Dr. WERNER KÖRTE in Berlin. Mit 3 Abbildungen im Text . . . . .	70
A. Kriegsverletzungen der Leber . . . . .	70
B. Kriegsverletzungen der Gallenblase und der extrahepatischen Gallengänge . . . . .	85
C. Kriegsverletzungen des Pankreas . . . . .	88
D. Kriegsverletzungen der Milz . . . . .	92
VI. Schußverletzungen der Harn- und Geschlechtsorgane . . . . .	98
1. Die Schußverletzungen der Nieren und Harnleiter von Geheimrat Prof. Dr. HERMANN KÜMMEL in Hamburg. Mit 4 farbigen Abbildungen im Text . . . . .	98
A. Die subkutanen Nierenverletzungen . . . . .	98
B. Die Schußverletzungen der Niere und Harnleiter . . . . .	101
2. Verletzungen der unteren Harnwege und der Geschlechtsorgane von Prof. Dr. OSKAR RUMPEL in Berlin. Mit 12 zum Teil farbigen Abbildungen im Text. . . . .	113
A. Die Schußverletzungen der Harnblase . . . . .	114
B. Die Schußverletzungen der Harnröhre . . . . .	130
C. Verletzungen der Geschlechtsorgane . . . . .	136
VII. Schußverletzungen der Gliedmaßen (mit Ausschluß der Gelenke). . . . .	142
1. Schußverletzungen der oberen Extremität von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. WILHELM MÜLLER in Rostock und Dr. FRITZ PARTSCH in Rostock. Mit 27 Abbildungen im Text . . . . .	142
Schußverletzungen des Schultergürtels und des Oberarmes . . . . .	142
a) Schußverletzungen des Schultergürtels . . . . .	144
b) Weichteilschüsse des Schultergürtels. . . . .	146
c) Schußverletzungen der Klavikula . . . . .	147
d) Schußbrüche der Skapula. . . . .	148
e) Schultersteckschüsse . . . . .	149
f) Behandlung der Schultergürtelschüsse . . . . .	151
g) Schußverletzungen des Oberarmes . . . . .	152
h) Weichteilschüsse des Oberarmes . . . . .	154
i) Verlauf und Prognose der Oberarmweichteilschüsse . . . . .	155
k) Schußfrakturen des Oberarmes . . . . .	156
l) Pathologisch - Anatomisches über Diaphysen- und Metaphysenschüsse des Humerus . . . . .	157
m) Diagnose und Verlauf. . . . .	160
n) Behandlung der Schußfrakturen des Oberarmes . . . . .	163
o) Fernresultate bei Schußbrüchen des Humerus . . . . .	175
p) Pseudarthrosenheilungen des Oberarmes . . . . .	176

\*) Es wird darauf hingewiesen, daß ein Teil der Arbeiten bereits 1920 fertiggestellt ist, und daß daher in ihnen die spätere Literatur nicht berücksichtigt sein kann.



	Seite
2. Die Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand von Prof. Dr. med. CONRAD POCHHAMMER in Potsdam. Mit 13 Abbildungen im Text . . . . .	177
A. Schußverletzungen der Weichteile des Vorderarmes . . . . .	179
B. Knochenschüsse des Vorderarmes. . . . .	184
C. Schußverletzungen der Hand . . . . .	199
3. Becken- und Oberschenkelschüsse von Generalarzt Prof. Dr. CARL FRANZ in Berlin. Mit 64 Abbildungen im Text . . . . .	216
A. Beckenschüsse . . . . .	216
B. Die Weichteilschüsse des Oberschenkels. . . . .	219
C. Knochenschüsse des Oberschenkels . . . . .	233
a) Art der Knochen- und Weichteilverletzungen . . . . .	234
b) Transport und Transportverbände . . . . .	244
c) Verlauf, Behandlung, Ausgang . . . . .	256
4. Die Schußverletzungen des Unterschenkels und Fußes von Geh. Sanitätsrat Prof. Dr. MAX MARTENS in Berlin. Mit 75 zum Teil farbigen Abbildungen im Text . . . . .	297
Schußverletzungen der Knochen des Unterschenkels . . . . .	302
Verlauf und Behandlung der Schußverletzungen des Unterschenkels. . . . .	306
Die Unterbindung der Art. tibialis antica und postica . . . . .	318
Behandlung der infizierten Weichteilschüsse . . . . .	319
Behandlung der Knochenschüsse . . . . .	321
Prognose der Schußverletzungen der Unterschenkelknochen . . . . .	325
Die Schußverletzungen des Fußes . . . . .	329
VIII. Die Schußverletzungen der Gelenke von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. HERMANN KÜTTNER in Breslau und Prof. Dr. FELIX LANDOIS in Berlin. Mit 22 Abbildungen im Text	339
Allgemeiner Teil . . . . .	339
1. Die Formen der Gelenkschußwunden . . . . .	339
2. Die Gelenkinfektion . . . . .	344
3. Die Behandlung der Gelenkschußwunden . . . . .	348
Spezieller Teil . . . . .	364
1. Schultergelenk . . . . .	364
2. Ellbogengelenk . . . . .	371
3. Handgelenk . . . . .	379
4. Die operative Technik . . . . .	383
5. Hüftgelenk . . . . .	385
6. Kniegelenk . . . . .	390
7. Fußgelenk . . . . .	402
IX. Die Pseudarthrosen nach Schußfrakturen und ihre Behandlung von Prof. Dr. NICOLAI GULEKE in Jena. Mit 15 Abbildungen im Text . . . . .	412
X. Gefäßverletzungen . . . . .	427
1. Ursache, Anatomie und Histologie der Gefäßverletzung von Prof. Dr. HUGO GRAUERT in Berlin. Mit 14 zum Teil farbigen Abbildungen im Text . . . . .	427
2. Klinische Erscheinungen, Erkennung, Behandlung der Gefäßverletzungen von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. AUGUST BIER in Berlin. Mit 12 Abbildungen im Text . . . . .	437
3. Die Kriegsaneurysmen von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. AUGUST BIER in Berlin . . . . .	448
XI. Nervenverletzungen . . . . .	492
1. Zur Statistik der Nervenverletzungen von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT in Berlin. . . . .	492
2. Einteilung der Nervenverletzungen von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT in Berlin . . . . .	494
3. Zur Frage der Mechanik der Nervenverletzungen von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT in Berlin . . . . .	500
4. Symptomatologie der Nervenverletzungen von Prof. Dr. RICHARD CASSIRER in Berlin	503
5. Grobanatomische Bilder von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT in Berlin. Mit 10 Abbildungen im Text. . . . .	510

	Seite
6. Histologische Befunde an schußverletzten Nerven von Prof. Dr. RICHARD CASSIRER in Berlin . . . . .	519
7. Indikationsstellung zu Operationen an den Nerven von Prof. Dr. GEORG PERTHES in Tübingen . . . . .	521
8. Chirurgisch-anatomische Bemerkungen von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT in Berlin. Mit 23 zum Teil farbigen Abbildungen im Text . . . . .	526
9. Ausführung der Nervennaht von Prof. Dr. GEORG PERTHES in Tübingen. Mit 14 Abbildungen im Text . . . . .	554
10. Die Funktionsrückkehr nach der Nervennaht von Prof. Dr. GEORG PERTHES in Tübingen	580
11. Verfahren bei Nervendefekten von Prof. Dr. GEORG PERTHES in Tübingen. Mit 3 Abbildungen im Text . . . . .	596
12. Über die Neurolyse von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT in Berlin. Mit 5 Abbildungen im Text. . . . .	609
13. Behandlung von Schmerzzuständen nach Nervenschüssen von Prof. Dr. GEORG PERTHES in Tübingen. Mit 2 Abbildungen im Text . . . . .	621
14. Apparatbehandlung der häufigsten Lähmungen von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT in Berlin. Mit 40 Abbildungen im Text . . . . .	626
15. Elektrotherapeutische Behandlung an schußverletzten Nerven von Prof. Dr. RICHARD CASSIRER in Berlin . . . . .	639
XII. Technik der Amputationen, Exartikulationen und Resektionen von Prof. Dr. HANS v. HABERER in Innsbruck . . . . .	641
1. Technik der Amputationen . . . . .	642
2. Technik der Exartikulationen . . . . .	652
3. Technik der Gelenkresektionen . . . . .	654
XIII. Die Verwendung der freien Transplantationen und der plastischen Operationen in der Kriegschirurgie von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. ERICH LEXER in Freiburg i. Br. Mit 84 Abbildungen im Text . . . . .	658
1. Freie Transplantationen . . . . .	659
A. Epidermistransplantation . . . . .	659
B. Hauttransplantationen . . . . .	660
C. Die Epithelaussaat . . . . .	662
D. Schleimhauttransplantation . . . . .	662
E. Fettgewebetransplantation . . . . .	663
F. Muskel- und Nerventransplantation . . . . .	677
G. Gefäßtransplantation . . . . .	678
H. Verpflanzung von Nägeln . . . . .	680
J. Faszientransplantation . . . . .	680
K. Sehnentransplantation . . . . .	682
L. Knochentransplantation . . . . .	684
M. Knorpeltransplantation . . . . .	696
N. Gelenktransplantationen . . . . .	699
O. Organtransplantationen . . . . .	700
2. Gestielte Plastik . . . . .	700
A. Gestielte einfache Hautlappen . . . . .	700
B. Schleimhautlappen . . . . .	702
C. Zusammengesetzte Lappen . . . . .	702
3. Gesichtsplastik . . . . .	707
A. Allgemeines zur Ausführung der Gesichtsoperationen . . . . .	707
B. Narbenverbesserung . . . . .	708
C. Verbrennungen des Gesichtes . . . . .	709
D. Ersatz behaarter Gesichtsteile . . . . .	709
E. Ersatz der Unterlippen-, Kinn- und Wangenhaut . . . . .	711
F. Mundplastik . . . . .	711
G. Ersatz der Nase . . . . .	711
H. Operationen an den Lidern und in der Umgebung des Auges . . . . .	719
J. Verletzungen des Oberkiefers . . . . .	720
K. Ohrplastik . . . . .	722



	Seite
XIV. Künstlicher Ersatz der Glieder . . . . .	724
1. Schmuck- und Arbeitsarme von Regierungs-Medizinalrat Dr. MAX BÖHM in Berlin. Mit 43 Abbildungen im Text und 2 Tafeln . . . . .	724
A. Der Schmuckarm . . . . .	725
B. Der Arbeitsarm . . . . .	731
2. Willkürlich bewegbare Ersatzglieder (kinematische Prothesen) von Geh. Hofrat Prof. Dr. FERDINAND SAUERBRUCH. Mit 26 Abbildungen im Text . . . . .	741
3. Die Prothesen der unteren Extremitäten von Prof. Dr. KARL LUDLOFF in Frank- furt a. M. Mit 70 Abbildungen im Text . . . . .	756
XV. Die medikomechanische und die operative Behandlung der Kontrakturen und Ankylosen . . . . .	792
1. Die nichtoperative Behandlung der Kontrakturen von Geh. Hofrat Prof. Dr. FRITZ LANGE in München. Mit 33 Abbildungen im Text . . . . .	792
A. Die Verhütung der Gelenkkontrakturen . . . . .	792
B. Die Behandlung der Kontrakturen . . . . .	796
2. Die operative Behandlung der Kontrakturen und Ankylosen von Prof. Dr. MARTIN KIRSCHNER in Königsberg i. Pr. Mit 67 Abbildungen im Text . . . . .	805
Sachregister zu den Bänden I und II . . . . .	857

---

### Tafelhinweis.

Tafel I und II (zu MAX BÖHM, Schmuck- und Arbeitsarme) . . . . . nach Seite 732

---

## B. Besonderer Teil.

(Fortsetzung.)





## V. Bauchschüsse.

### 1. Die Schußverletzungen des Magen=Därm=Kanales.

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. EUGEN ENDERLEN in Heidelberg.

Im Kriege Generalarzt à la suite, Beratender Chirurg,

und

Privatdozent Dr. ERICH Freiherrn VON REDWITZ in Heidelberg.

Im Kriege Oberarzt d. R.

Mit 15 Abbildungen im Text.

#### A. Einleitung.

In der Friedenspraxis war die Diagnose einer penetrierenden Bauchverletzung meist keinen besonderen Schwierigkeiten unterworfen. Im Bejahungsfalle war dann der zu beschreitende Weg klar vorgezeichnet. Wenn Zweifel bestanden, ob eine Wunde penetrierend sei oder nicht, so legten wir die Verhältnisse mit dem Messer klar, indem wir den Wundkanal verfolgten. Wir führten nichts anderes aus als das, was schon vor 400 Jahren Schweizer Chirurgen, so JOST VON UNTERWALDEN, und zur Zeit der Burgunder Kriege der Straßburger HANS VON GERSDORF geübt hatten. Letzterer gibt in seinem Feldbuch der Wundarzney ums Jahr 1513 den Rat: „Und wenn die Wund des Bauches nit weit genug ist, so mache sie weiter mit dem Scheermesser.“

Die Resultate der operativen Behandlungen sind mit dem Fortschreiten der operativen Technik und der Wundbehandlung von Jahr zu Jahr besser geworden, und nur die Erfahrungen der letzten Kriege schienen den Nutzen eines Eingriffes in Frage stellen zu wollen. Wir erinnern an den oft zitierten Ausspruch von MAC CORMAC aus dem Burenfeldzuge: „Ein Bauchverletzter stirbt, wenn er operiert wird, er kommt durch, wenn man ihn in Ruhe läßt.“ Dieses Diktum hatte seine Berechtigung, wenn man die äußeren ungünstigen Verhältnisse des südafrikanischen Kriegsschauplatzes in Betracht zieht: Fünf Minuten nach Eröffnung der Bauchhöhle waren die Eingeweide dicht vom Steppensande belegt, der durch alle Ritzen der Operationsbaracken eindrang, und schwarz von Fliegen, die sich darauf niedergelassen hatten. Unter solchen Umständen war ein operatives Vorgehen illusorisch.

Die Anschauung des Engländers wurde von den Chirurgen im Russisch-Japanischen Kriege und in den Balkanfeldzügen übernommen. Von den ersteren nennen wir nur v. OETTINGEN.

v. OETTINGEN faßte die Erfahrungen dahin zusammen, daß „die Generalstatistiken der letzten Kriege uns annehmen lassen, daß jeder zweite durch den Bauch geschossene Soldat über kurz oder lang dem Tode anheimfällt (Tabelle 1). Wir können 50% dem Leben erhalten und vermögen diese Zahl durch eine vernünftige Therapie um ein geringes erhöhen, durch unzweckmäßiges Vorgehen aber stark verringern“. In den Balkankriegen trat u. a. WIETING Pascha besonders für eine konservative Behandlung ein. Er meinte, daß neben sorgfältiger Pflege und ärztlicher Behandlung kein Mittel die Sicherung einer günstigeren Prognose für die Bauchgeschossenen gewährleiste als der grundsätzliche Verzicht auf die Frühlaparotomie.



Tabelle 1.

## Angaben der Mortalität der Bauchschüsse aus früheren Kriegen.

Amerikanischer Rebellionskrieg (OTIS)	87,2%
Krimkrieg { Franzosen	91,7%
Engländer	92,5%
Krieg 1870/71	69%
Japanisch-Chinesischer Krieg	77%
Japanisch-Russischer Krieg (HILDEBRAND)	70%
„ „ „ (v. OETTINGEN)	45—55%
Balkankriege (MEYER-DILGER)	75%
„ (EXNER)	27%
„ (WIETING)	40%

Nach SUCHANEK bieten die Wunden des modernen Gewehrprojektils nur selten schwere Symptome dar. Die Therapie hat demnach eine konservative zu sein, und die Indikation zu einem primären Eingriff gibt nur eine schwere Blutung; sekundär ist eine Eiterung die Veranlassung zum operativen Eingreifen. EXNER sieht nur in den seltensten Fällen die Indikation zu einem primären Eingreifen gegeben. Der einzige, welcher auch bei Bauchverletzungen für eine primäre aktive Therapie eintrat, ist A. W. MEYER.

Kein Wunder, wenn SCHÖNWERTH in seinem Leitfadens der Kriegschirurgie und v. ANGERER in seinen Ratschlägen für die 1914 ins Feld ziehenden Chirurgen einer extrem konservativen Therapie das Wort reden; 50% der Bauchverletzten und noch mehr sollten mit ihrer Hilfe am Leben erhalten werden können.

Zu diesem Standpunkt, zum „Balkanoptimismus“ (HAENEL), waren mehrere Umstände die Veranlassung.

Man nahm gemeinhin an, daß das kleinkalibrige Geschöß nur kleine und bei entsprechender Behandlung (Ruhe, Opium, Enthaltung jeglicher Zufuhr per os) spontan zum Verschluss kommende Perforationen im Magen-Darm-Traktus erzeuge (SUCHANEK, PAYR). Das moderne Geschöß sollte auch öfter „Glückschüsse“ (KÜTTNER) setzen, indem es die Bauchhöhle durchheilt, ohne Verletzungen innerer Organe zu veranlassen. Man dachte ferner an die segensreiche Wirkung des Schleimhautprolapses. Dieser sollte, durch die Kontraktion der Darmmuskulatur festgehalten, so lange die Lichtung des Darmes nach dem Peritoneum hin abschließen, bis sich schützende Adhäsionen gebildet hatten. Auf das Gegenteil, daß er der Verklebung hindernd im Wege stehen könne, daß bei Darmlähmung die Kontraktion der Muskulatur aufhört, wurde anscheinend wenig Rücksicht genommen.

Von nicht zu unterschätzendem Einfluß war der Ort der Tätigkeit der einzelnen Beobachter und Berichterstatter. Diese spielte sich fast ausschließlich in den weit hinter der Front gelegenen Lazaretten ab. Eigene Beobachtungen über Bauchschußverletzungen in den vorderen Linien fehlten zumeist, sie erstreckten sich nur auf stark gesiebtes Material. Wenn man liest, daß der Transport auf Ochsenkarren vollzogen wurde, daß er mehrere Tage dauerte und auf schlechten Wegen vor sich ging, bedarf die „Siebung“ keiner weiteren Erörterung.

Die Art des Geschosses endlich spielte bei diesem Optimismus einen stark vernachlässigten Faktor. Fast ausschließlich handelte es sich in den genannten Feldzügen um Infanterieprojektil; Schrapnell- und Granatsplitterverletzungen zählten zu den Seltenheiten.

Die konservative Behandlung beherrschte auch im Weltkriege auf deutscher Seite relativ lange Zeit das Feld. KÖRTE und L. REHN traten energisch für sie ein. Letzterer glaubte ihr 72% Heilung zu verdanken.

Im ersten Kriegsjahre 1914 regten sich nur wenige Stimmen (KRASKE, ROTTER, SAUERBRUCH, FLÖRCKEN, ENDERLEN u. a.), welche die Therapie der Darmverletzungen

des Friedens auch auf diejenigen des Feldes übertragen wissen wollten. Auf der Kriegschirurgientagung in Brüssel (7. April 1915) trat SCHMIEDEN energisch für das Operieren ein und fand dabei mehrfache Unterstützung. Aus den damaligen Verhandlungen durfte man wohl den Schluß ziehen: Es empfiehlt sich, den Darmschuß zu operieren, falls Zeit, Ort und die nötige Technik gegeben sind.

Die Engländer übten nach dem Bericht von WALLACE im Anfang des Krieges ein mehr abwartendes Verfahren aus. Später wurden die Bauchverletzten möglichst rasch in die Feldlazarette verbracht; aber auch hier wurde zunächst nur Fowlersche Lage, Wärme und Nahrungsenthaltung verordnet. Viele Verwundete starben nach vorübergehender Besserung. Sehr wenig Fälle genasen. Diese Erfahrungen veranlaßten zum aktiven Vorgehen.

Bei den Franzosen löste die Abstinenz eine ausgedehnte Operationsindikation ab, welche hinwieder später einem elektiven Verfahren Platz machte.

ZOEGE v. MANTEUFFEL empfahl die konservative Therapie warm. Andere russische Chirurgen: WREDEN, OPPEL, FEODOROFF, HALPERN u. a. traten für aktives Vorgehen ein.

## B. Häufigkeit der Darmschüsse.

Ganz einwandfreie Zahlen werden sich wohl nie geben lassen. Es fehlen zu- meist die Toten des Schlachtfeldes; nur einzelne Angaben über diese liegen vor.

Einige Berichte referieren darüber, wieviel Bauchverwundete neben anderen Verletzten auf den Truppen-, den Hauptverbandplatz bzw. in die Feldlazarette kamen. Bei diesen Zahlen ist zu berücksichtigen, daß der Transport sich nicht stets gleichmäßig abspielte. Sehen wir vom Truppenverbandplatz ab, auf welchem nur sehr selten unsere Verletzten versorgt wurden (Laparotomie Räume zunächst der Front; DANIELSEN u. a.), so kamen Hauptverbandplatz und Feldlazarett in Betracht. Auf ersteren wurde manchen Ortes operiert; für viele Bauchschüsse bildeten sie die Durchgangsstation; eine große Anzahl wurde aber mit Umgehung des Hauptverbandplatzes dem Feldlazarett direkt zugeführt, zum mindesten im Stellungskriege. Fügen wir noch hinzu, daß besonders im Anfang des Krieges die Bezeichnung „Bauchschuß“ sehr weit gefaßt wurde, später nicht stets die Magen-Darm-Schüsse von denen der Leber, Milz, Niere und des Pankreas getrennt wurden, so ist ersichtlich, daß immer ein ungetreues Bild zustande kommen wird. Ich muß mir leider den Vorwurf machen, daß ich nicht von Anfang an selbst Statistik betrieb und die Zahl der „echten Bauchschüsse“ zur absoluten Verwundetenzahl in Beziehung stellte. Die Therapie der Verletzungen interessierte mich mehr als die trockenen Zahlen.

Einige Daten mögen Platz finden mit den obigen Einschränkungen (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2.

### Häufigkeit der Darmschüsse in bezug auf die Zahl der anderen Verletzungen.

SIMON hatte auf 400 Operationen 16 Darmversorgungen.

HILSE hatte auf 504 Verwundete 40 Bauchschüsse.

HEYROWSKY auf 1178 Verwundete 387 Bauchschüsse.

Fußart.-Regt. 14*)	1500 Gefallene	120 Bauchschüsse
Drag.-Regt. 20*)	114 „	25 „
Regt. 110*)	3100 „	167 „

GRÄFENBERG Bewegungskrieg 1914/15 auf 9374 Schußverletzungen 2,9% echte Bauchschüsse; im ruhigen Stellungskrieg auf 1870 Schußverletzungen 5,1%.

Große Statistiken berechnen die Bauchverletzungen auf ungefähr 3,5% aller Verwundungen. EXNER rechnet für die Balkankriege nach seinem Material 2,3%

\*) Nach Erhebungen, welche durch die Herren Dr. KLEINSCHMIDT und OSTERLAND von der Heidelberger chirurgischen Klinik bei den badischen Versorgungsämtern vorgenommen worden sind.



heraus, HILSE an der russischen Front 5,9% (sechs Monate Hauptverbandplatz). Das Verhältnis der penetrierenden Bauchschüsse zu den nicht penetrierenden bei den zur Behandlung gekommenen des 1870er Krieges betrug 0,4:1. HILSE (1919) fand 5,9%:1,5% (russische Front sechs Monate).

Die Angriffsfläche des Abdomens in den verschiedenen Stellungen des Körpers geben die Zeichnungen von CARL und SCHMIEDEN gut wieder (Abb. 1—4). Die Möglichkeiten sind damit freilich nicht erschöpft. Ein von oben her in die Supraklavikulargrube eindringendes Projektil vermag die Bauchhöhle ebensogut zu erreichen wie eines, welches am Oberschenkel eindrang. Manchmal dürfte nicht daran „gedacht“ worden sein, daß bei einem derartigen Einschuß auch das Abdomen beteiligt sein könne.

### Prophylaxe.

Es klingt vielleicht sonderbar, wenn diese erwähnt wird; für die Kampfhandlungen zu Lande ist sie jedenfalls eine Utopie. Wir erwähnen daher nur den Vorschlag von RÖPER (aus dem Jahre 1915!), diskutieren ihn aber nicht. Dieser will Soldaten,



Abb. 1.  
Bei stehendem  
Körper.

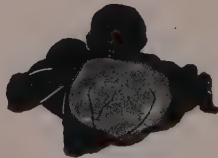


Abb. 2.  
Im liegenden Kampfe.

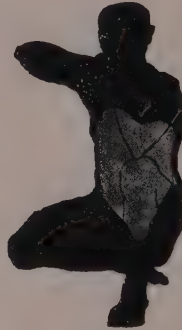


Abb. 3.  
Im Knien.

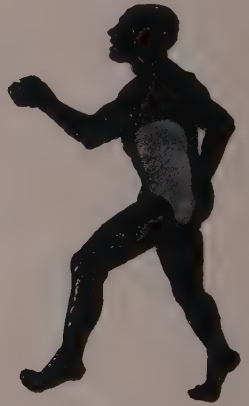


Abb. 4.  
Bei aufrechter Figur  
in Seitenansicht.

Abb. 1—4. Silhouetten der Bauchhöhle von vorn.

(Aus Borchard/Schmieden, Die deutsche Chirurgie im Weltkrieg, 1914—1918. 2. Aufl. 1920.)

welche in die Schlacht ziehen, nicht nur vorher hungern, sondern auch noch abführen lassen. Anders im Seekriege! Der japanische Flottenarzt erließ im Russisch-Japanischen Kriege folgende Verordnung: „Wenn es angeht, soll man die Leute vor dem Gefecht baden lassen und ihnen reine Kleider geben.“ Auch MATTHIOLIUS und zur VERTH reden einer derartigen Vorbereitung das Wort. Platz und Gelegenheit ist auf den großen Schiffen stets vorhanden, und vor größeren Seegefechten wird auch zumeist die Zeit nicht fehlen, das seemännische und Sanitätspersonal frisch gewaschene Kleider und Wäsche anlegen zu lassen.

ZUR VERTH brachte in seinem Merkblatt noch die Mahnung: „Fülle deinen Magen nicht zu sehr vor dem Gefecht . . . Bauchverletzungen verlaufen leichter, wenn der Darm leer ist.“

In der Kriegschirurgie von SEYDEL findet sich der Rat, vor Kampfhandlungen die Blase zu entleeren. Nach der Mitteilung von KIELLEUTHNER urinierten die Kämpfer ohnedies aus psychischen Gründen vor Angriffen; während der Aktion unterblieb die Miktion. Man konnte demnach in der Regel mit einer mittleren Füllung der Blase rechnen.

### C. Diagnose.

So leicht die Diagnose einer Darmverletzung unter Umständen ist, ebenso großen Schwierigkeiten kann sie in einzelnen Fällen begegnen.

Wir können nicht im Zweifel sein, wenn ein Verwundeter eingeliefert wird, welcher einen Darmprolaps mit einer oder mehreren Perforationsöffnungen aufweist. Diagnostische Übungen sind auch dann nicht angebracht, wenn ein Prolaps des Darmes fehlt, wenn sich aber aus einer Schußwunde Kot oder Darmgase entleeren.

Endlich sind wir langer Überlegung enthoben, wenn der Patient längere Zeit nach der Verletzung in unsere Hände gelangt, die Spuren des Erbrechens auf den Kleidungsstücken zeigt, eingefallene Augen, fliegenden Puls, rein kostale Atmung, aufgetriebenes Abdomen — kurzum, die Symptome der fortgeschrittenen ausgedehnten Peritonitis aufweist.

Anders ist es bei jenen Patienten, welche bald nach der Verletzung und manchmal in noch guter Verfassung in unsere Hände kommen. In diesen Fällen muß alles, was zu einer richtigen Diagnose führen kann, mit Sorgfalt und Überlegung ausgenützt werden.

Die Anamnese kann einen Hinweis auf die Darmverletzung geben. Einzelne Verwundete erzählen, daß sie nach erhaltenem Schusse zusammengestürzt seien. Dies kann darauf hindeuten, daß eine schwere innere Läsion stattgefunden hat. Von anderen erfahren wir allerdings, daß sie nach erhaltenem Schusse noch eine kürzere oder längere Wegstrecke, z. B. zum Verbandplatz, zurücklegen konnten. Es wurde von einem Flieger berichtet, daß er, ins Abdomen getroffen, noch imstande war, seinen Apparat in die deutsche Linie zurückzubringen; bald nach der Landung starb er.

Die Entfernung, aus welcher der Schuß erfolgte, die Art des Geschosses, die Stellung, in welcher der Getroffene sich befand, können — falls Angaben zu erhalten sind — unter Umständen verwertbare Winke geben. Nicht zu vergessen ist die Frage, wann die letzte Nahrung genommen wurde, ferner, ob seit der Verwundung die Blase entleert wurde, ob Darmgase abgingen, oder ob Aufstoßen, Brechneigung besteht, oder ob erbrochen wurde. Auf den hohen Wert, welcher der spontanen Urinentleerung beigelegt wurde, kommen wir noch zurück.

#### a) Symptome.

Diese hängen von der Art und Ausdehnung der Verletzung ab. Um nur allgemein die Extreme zu wählen, wird ein glatter Durchschuß mit Infanteriegeschosß aus großer Entfernung eine mildere Wirkung entfalten als ein Granatsplitter mit enormer Seitenwirkung, oder ein deformiertes Infanteriegeschosß, ein Querschläger. Es kommt ferner auf den Zeitpunkt an, zu welchem der Verwundete in unsere Hände gelangt. Wenn er, wie oben erwähnt, vielleicht zu Fuß in relativ guter Verfassung den Truppenverbandplatz erreichte, vermochte er später auf dem Hauptverbandplatz oder im Feldlazarett ein wesentlich anderes, schlechteres Bild darzubieten, besonders wenn ein stundenlanger anstrengender Transport hinter ihm lag.

ALBRECHT machte auf das Symptom des „gekrümmten Rückens“ aufmerksam, welches er bei intraperitonealen Verletzungen fast regelmäßig fand. Er führt es darauf zurück, daß die Verwundeten die Bauchmuskeln soviel als möglich zu entspannen trachten. In schweren Fällen konnte man die Leute in Seitenlage sehen, mit gekrümmtem Rücken und angezogenen Beinen; dabei herrschte große Unruhe, heftige Schmerzen wurden geäußert. Andere wieder liegen mit gestreckten Beinen auf dem Rücken oder auf der Seite, ohne den Eindruck besonders Schwerverletzter zu machen.

Der Schmerz ist nur bedingt als Symptom einer Darmverletzung zu verwerten. Wenn er als hochgradig bezeichnet wird und auch im ganzen Verhalten des Patienten zum Ausdruck kommt, ist eher mit ihm zu rechnen, als wenn er fehlt. In diesem



Fall ist es unerlaubt, eine Darmverletzung auszuschließen. VOELCKER macht auf den Schmerz aufmerksam, der sich beim Husten einstellt; ja er will sogar so weit gehen, daß er ihm einen Wert für die Lokalisation der Darmverletzung zuspricht. Auf die verschiedene Toleranz gegenüber Schmerzen soll nur nebenbei hingewiesen werden. In einem unserer Fälle fehlte der Schmerz noch 24 Stunden nach stattgehabter Verletzung der Flexura lienalis; bei frühzeitig Eingelieferten war er öfter nicht ausgesprochen, so daß es manchmal nicht ganz leicht war, die Leute von der Notwendigkeit einer Operation zu überzeugen.

Brechreiz oder Erbrechen sind höher zu bewerten als der Schmerz. Die Patienten geben an, daß sich die Symptome bald nach dem Schusse oder auf dem Transport einstellten. Man muß nur bedenken, daß auch nach einem Prell-Bauchdecken-Schuß (mit oder ohne Blutung), retroperitonealem Hämatom, Rückenmarksverletzung diese Erscheinungen auftreten können. Öfteres Erbrechen, vielleicht noch mit galliger Beimengung, ist gewiß in positivem Sinne auszulegen, ebenso blutige Beimengung zum Erbrochenen. Wir brauchen nicht besonders darauf hinzuweisen, daß das Erbrechen etwa verschluckten Blutes in Rechnung gezogen werden muß (bei Kiefer- oder Halsverletzung). Das Fehlen des Brechreizes oder des Erbrechens schließt keineswegs eine Darmverletzung aus. Die Richtigkeit dieser Behauptung bewies eine Reihe sehr frühzeitig Operierter. Unseres Erachtens wäre es nicht richtig, diese Symptome abwarten zu wollen.

In den meisten Fällen besteht Verhalten von Stuhl und Blähungen. Dann und wann erfolgte Stuhlgang. Dies Ereignis spricht sicher nicht für die Intaktheit des Magen-Darm-Traktus; die einsetzende Peritonitis vermag wohl eine vermehrte Peristaltik auszulösen, was Experiment und Praxis zur Genüge erwiesen haben. Die Diagnose wird dann absolut sicher, wenn den Fäzes Blut beigemischt ist oder wenn sich am Finger nach rektaler Untersuchung Blutspuren finden (Verletzung des untersten Darmabschnittes).

Der Puls gibt nicht stets einen sicheren Aufschluß. In früheren Stadien nach der Verletzung kann die Pulswelle voll und kräftig sein, die Zahl der Erhebungen ist nicht vermehrt; vielfach macht sich allerdings bei kaum oder wenig vermehrter Frequenz doch eine gewisse Weichheit des Pulses bemerkbar. Diese geht auch aus dem vollen Pulse hervor, wenn man im Zweifelsfalle einige Zeit zuwartet, und ist dann als ein wertvolles Zeichen aufzufassen. Bei frühzeitiger Einlieferung können die frequenten und kleinen Blutwellen durch Schock, Blutung und endlich Kollaps bedingt sein. Kälte und schwieriger Transport mögen die Mitschuld tragen. Mit Ausnahme der Blutung tritt unter sorgsamer Pflege (Bettruhe, Wärmen, Kampfer) eine Besserung des Pulses ein, um mit dem Fortschreiten der Peritonitis wieder zu schwinden. Auf den Palpationsbefund an der Radialis bei ausgeprägter Bauchfellentzündung braucht wohl nicht näher eingegangen zu werden; der elende, frequente, fliehende Puls ergänzt nur zu gut das traurige Bild der Facies abdominalis.

Zusammenfassend sei bemerkt, daß im Zweifelsfalle ein allmähliches leises Schlechterwerden des Pulses innerhalb 1—2 Stunden für eine Darmverletzung spricht.

Die Temperatur ist nicht ausschlaggebend. Sie kann, namentlich zu kühler oder kalter Zeit, bei der Einlieferung niedrig sein, um sich während der Beobachtung und Pflege zu heben, oder um infolge der weitergreifenden Entzündung zu steigen. Es ist dies nicht stets der Fall; gerade ganz rapid verlaufende Entzündungen des Bauchfells rufen dann und wann keine Temperatursteigerung hervor. Andererseits kann bei einem infizierten Bauchdecken- oder retroperitoneal verlaufenden Schusse (besonders Granatverletzungen) nach 6—8 Stunden bereits Fieber vorhanden sein. Die auffallende Differenz zwischen Axillar- und Rektaltemperatur wird auf entzündliche Vorgänge in der Abdominalhöhle hinweisen.

Die Respiration vermag vielfach einen wertvollen Fingerzeig zu geben. Infolge der intraperitonealen Verletzung und deren Schäden sistiert die abdominale

Atmung und die kostale tritt an ihre Stelle. SAUERBRUCH und ENDERLEN messen diesem Symptom große Bedeutung zu. Ganz einwandfrei ist es nicht. Bei Schußwunden dicht oberhalb der Symphyse konnten wir abdominale Atmung beobachten. Ferner kann ein ausgedehnter Bluterguß in der Bauchwand ein Nachschleppen der einen Seite oder den vollkommenen Stillstand bewirken.

Die reflektorische Spannung der Bauchdecken gilt allgemein als ein hochbedeutsames Symptom. Leider ist auch sie nicht ganz einwandfrei. Sitzt der Einschuß in der vorderen Bauchwand, oder hat hier das Geschoß die Bauchhöhle verlassen, so wird eine reflektorische Spannung zum mindesten der Umgebung die Folge sein. MOST sah einen vorübergehenden Reizzustand bei einer Verletzung des Lumbosakralkanals. Bei der intraperitonealen Verletzung des Darmes, aber auch bei Blut-Gallen-Urin-Erguß dehnt sich die Spannung auf weite Strecken der Bauchwand aus. Wir finden das Symptom der Spannung ferner bei retroperitonealen Blutungen und vermissen es nicht, wenn das Trauma die unteren Partien des Thorax (mit oder ohne Verletzung des Diaphragma) getroffen hat. In ganz seltenen Fällen konnten wir, wie HAENEL, den Befund der Spannung nicht erheben, wenn die Verwundeten sehr frühzeitig ins Lazarett kamen; 5—6 Stunden nach dem Trauma war er stets positiv. — BUSALLA betrachtet die Bauchdeckenspannung als das einzig zuverlässige Symptom der stattgehabten Darmverletzung. Er beobachtete einen sagittalen Durchschuß, bei welchem sie fehlte. — Lokale Spannung auf der rechten Seite beobachtete LÄWEN, als nur das Colon ascendens gestreift war. Ein anderes Mal waren lediglich die unteren geraden Bauchmuskeln beteiligt, als ein kleiner Einschuß (Gewehrgranate) bestand und der Dünndarm vier kleine Perforationsöffnungen aufwies.

Mit dem Eintreten der Bauchdeckenspannung schwinden für gewöhnlich die Bauchdeckenreflexe. In wenigen Beobachtungen von MOST waren sie bei Darmverletzung oder Peritonitis auszulösen (einmal erhöht, zweimal sehr lebhaft, einmal ziemlich lebhaft). Der Nachweis von freier Flüssigkeit im Abdomen (Blut und Exsudat — der Darminhalt spielt dabei keine Rolle) ist ein nicht zu unterschätzendes Symptom. Wir werden es vermissen, falls keine größeren Gefäße verletzt wurden und die Läsion des Darmes nur kurze Zeit zurückliegt. Nach F. v. MÜLLER ist Blut erst nachweisbar, wenn seine Menge einen Liter übersteigt. PAYR empfahl, für einige Zeit die Seitenlage einnehmen zu lassen; dann vermag sich der Erguß in den tiefliegenden Partien zu sammeln und wird der Feststellung zugänglich (Thomayerisches Zeichen). Nur nebenbei sei darauf hingewiesen, daß mit flüssigem Inhalt gefüllte Darmschlingen einen Erguß vortäuschen können. Der Nachweis freier Flüssigkeit gelingt leicht, wenn nach einer ausgedehnten Läsion der Baueingeweide reichlich Blut sich ergoß und sich ein entzündlicher Erguß in das Cavum peritonei dazugesellte. Abgesehen von der Perkussion vermag dies auch die rektale Untersuchung zu erweisen. GRÄFENBERG will, um einen Erguß in der Bauchhöhle festzustellen, der Probepunktion ein weites Feld einräumen. — Wir möchten uns mehr ROUX anschließen, der sagt: „Die Probepunktion ist nicht immer ungefährlich, oft erfolglos, immer überflüssig.“ Zur Feststellung der intraabdominellen Blutung ist die Zählung der Leukozyten von großem Wert. Man findet diese schon bald nach dem Eintreten der Hämorrhagie bedeutend vermehrt (NÄGELI u. a.). Wenn mehrere Stunden seit der Verletzung verstrichen sind und kein freier Erguß nachweisbar ist, so kann trotzdem eine Läsion des Darmes vorliegen (Flexura lienalis, Duodenum bzw. Dickdarm können extra-peritoneal durchlöchert sein).

Das Verhalten der Leberdämpfung erfordert ebenfalls unsere Aufmerksamkeit. Sie kann verschwunden sein bei Gasaustritt, falls nicht Adhäsionen der Leber hindernd im Wege stehen. Bei kleinen Löchern im Duodenum werden wir wohl zu meist auf den Nachweis verzichten müssen. ALBRECHT vermißte bei Laparotomien wegen Dünndarmschüssen freies Gas auch noch 12 Stunden nach der Verletzung! Nach der freien beweglichen Gasblase, welcher DE QUERVAIN eine Bedeutung zumißt,



wurde von uns vielfach vergeblich gefahndet. POPPER, LENK, ZANKO u. a. schlugen vor, das ausgetretene Gas mit Hilfe der Röntgendurchleuchtung festzustellen. Bei aufrechter Stellung des Patienten sammelt sich dieses an der höchsten Stelle unterhalb der Zwerchfellkuppel an, drängt Leber und Milz von ihr ab und bildet eine charakteristische sichelförmige Aufhellungszone. Wir getrauten uns offen gestanden nicht, den Patienten diese Untersuchung zuzumuten, abgesehen davon, daß sie in manchen Feldlazaretten überhaupt ausgeschlossen war.

Es war bisher nur von geringeren Gasmengen die Rede, deren Nachweis manchmal nur auf radiologischem Wege gelang. OBERST beschrieb unter dem Titel „Spannungspneumoperitonaion“ einen Fall, bei welchem die unter Druck stehende Luftansammlung im Bauchraum zur Entleerung drängte. Nach seinen Angaben handelte es sich um einen Leber-Magen-Schuß. OBERST glaubt, daß der sich kontrahierende Magen seinen gasförmigen Inhalt durch eine feine, bei der Laparotomie nicht erkannte Verletzung seiner Wand in die freie Bauchhöhle getrieben und dort schließlich eine unter Druck stehende Gasansammlung hervorgerufen hat. Die Kontraktionen des Magens — verbunden vielleicht mit einem ventilartigen Verschluß der Öffnung — brachten den Überdruck im Abdomen in ähnlicher Weise zustande, wie die Inspirationsbewegung des Thorax bei einem ventilartigen Verschlußmechanismus einer Lungenwunde den Spannungspneumothorax hervorruft.

Auf die Verschmälerung der Leberdämpfung bei ausgedehntem Meteorismus brauchen wir nicht erst hinzuweisen. Besteht dieser, dann ist die Diagnose der Darmperforation mit wenigen Ausnahmen (großer retroperitonealer Bluterguß, Rückenmarksverletzung) ohnedies nicht mehr zweifelhaft. Bei ganz frischen Fällen soll ausgesprochener Meteorismus und Auftreibung des Leibes nach GÜTIG mit ziemlicher Sicherheit gegen eine Darmverletzung sprechen. Falls eine Röntgenaufnahme im Bereich der Möglichkeit liegt, kann sie bei einem Steckschusse von Wert sein — richtige Lokalisation vorausgesetzt. Freilich beweist die Anwesenheit eines Projektils in der Bauchhöhle noch nicht, daß auch der Inhalt verletzt sein muß (Glückschuß, KÜTTNER). STRAUSS legt großen Wert auf das Verhalten der Blase. Er glaubte beobachtet zu haben, daß Leute, die nach dem Abklingen der ersten Schockwirkung nicht spontan zu urinieren vermögen, an einer schweren intraabdominellen Verletzung leiden. In zweifelhaften Fällen ließ er sich daher nur von diesem Symptom bei der Stellung der Diagnose und der Indikation zur Operation leiten. Da wir genügende Beweise von der Unsicherheit dieses Symptoms besitzen, möchten wir davor warnen, ihm eine ausschlaggebende Bedeutung beizumessen. Es kann gegebenenfalls höchstens mit den anderen Erscheinungen zusammen die Diagnose fördern, nicht mehr.

Ähnlich müssen wir den Versuch von LAUENSTEIN bewerten. Bei intraabdomineller Verletzung soll der Verwundete nicht mehr imstande sein, die im Kniegelenk gestreckten Beine von der Unterlage bis zur Senkrechten zu erheben.

Wir glauben damit alle Symptome aufgezählt zu haben, welche auf unblutigem Wege für die Stellung der Diagnose in Betracht kommen.

Von KAUSCH stammt der Vorschlag, zur Sicherung der Erkennung einer Magen-Darm-Verletzung einen kleinen Probeschnitt oben im Epigastrium (leicht erhobene Rückenlage) in Lokalanästhesie anzulegen. Strömt Gas aus, so hat sich die Laparotomie anzuschließen. Wenn das Ausströmen von Gas fehlt und sich nur Blut zeigt, dann will er bei größeren Mengen weiter nachsuchen, anderenfalls den Bauch wieder verschließen. Wir vermögen uns mit KÖRTE-KAUSCH auf Grund unserer Erfahrungen nicht anzuschließen. In manchen Fällen von ein oder zwei Darmperforationen und geringer Blutung fehlte mit aller Sicherheit ausströmendes Gas. Gerade diese Patienten mit günstigster Aussicht wären nach KAUSCH von der Operation auszuschließen gewesen. Das Abströmen von Gas war sogar bei einer doppelten Perforation des Zökum nicht zu bemerken, ganz zu schweigen von den extraperitonealen Darmverletzungen.

Wir müssen nach dem Angeführten leider gestehen, daß die Stellung der Diagnose in frischen Fällen Schwierigkeiten begegnen kann. Dies wurde auch von KAUSCH, KÖRTE, LÄWEN, SAUERBRUCH, SCHMIEDEN u. a. hervorgehoben. Nur STRAUSS ist in der glücklichen Lage, von sich sagen zu können, daß ihm noch kein Fall begegnete, in welchem die Eröffnung der Bauchhöhle Überraschungen brachte, auch in sehr komplizierten Fällen.

### b) Untersuchung.

Hier ist zu berücksichtigen, was in dem Abschnitte der Diagnose erwähnt wurde.

Die zusammengekauerte Stellung, welche der Verwundete auf der Bahre einnimmt, Spuren von Erbrochenem auf der Kleidung sind deutliche Mahner. Das Fahnden nach Abströmen von Kot oder Darmgasen sei nur nebenbei erwähnt. Verfehlt wäre es, diese durch Druck auf das Abdomen deutlicher machen zu wollen. Prolabiertes Netz und vorgefallener Darm werden dem Untersucher kaum entgehen. Der Puls ist in Berechnung zu ziehen, wenn auch sein momentaner Zustand unzuverlässig sein kann. Längeres Liegen im Freien bei Kälte, anstrengender, schmerzhafter Transport vermögen auf Qualität und Quantität von Einfluß gewesen zu sein. Die größere Differenz bei axillarer und rektaler Temperaturmessung weist auf die Entzündung der Bauchhöhle hin. Die Art der Atmung, kostal oder abdominal, verdient eingehende Beobachtung, hohen Wert die Bauchdeckenspannung. Die Auskultation belehrt über das etwaige Sistieren der Peristaltik, die Perkussion kann über freien Erguß und das Verschwinden der Leberdämpfung, ebenso über die Empfindlichkeit des Abdomens Aufschlüsse geben. Die Palpation deckt manches Mal das Emphysem bei retroperitonealen Darmverletzungen auf; auch die Halsgegend ist danach abzutasten. Die rektale Untersuchung klärt über Anwesenheit von Blut oder Urin in der Ampulle auf, sie läßt mitunter die Öffnung im Enddarm erkennen. Die Einführung des Katheters zeigt die Intaktheit von Niere, Blase und Harnröhre oder weist darauf hin, daß diesen eine weitere gründliche Untersuchung zu widmen ist. Gegebenen Falles ergänzt eine Röntgendurchleuchtung die erhobenen Befunde.

Ist man seiner Sache nach gewissenhafter Untersuchung noch nicht sicher, so wird nach Versorgung der Wunden der Kranke zu Bett gebracht, gut gewärmt und unter genauer Beobachtung gehalten. Es empfiehlt sich nicht, Morphinum zu geben; dieses hat der Verletzte meist reichlich, manchmal fast allzu reichlich, in den durchlaufenen Sanitätsformationen erhalten. Die Enthaltung von Nahrung und Flüssigkeit ist eine selbstverständliche Forderung. Will man etwas tun, so kommt eine intravenöse Kochsalzinfusion mit Digalen- und Adrenalinzusatz in Frage. Das Abwarten klärt einerseits vielfach die Situation und setzt andererseits oft den Patienten in die Lage, daß er sich erholen kann und für die etwa notwendige Operation geeigneter wird, als er es zur Zeit der Einlieferung war. Diese werden wir in manchen Fällen entweder nach dem Ankommen oder nach Erholung des Patienten der etwaigen Erweiterung des Schußkanals anschließen. Die Revision des Schußkanals wird ohne weiteres gegeben sein, wenn es sich um Artillerieverletzungen oder Querschlägerwunden handelt, oder wenn das allgemeine Verhalten des Patienten und der lokale Befund darauf schließen lassen, daß es in der Tiefe zur Infektion gekommen ist. Etwaige Knochenzertrümmerungen am Becken oder den Rippen werden ebenfalls den Entschluß dazu erleichtern bzw. herausfordern.

Wenn die bisher angeführten Symptome alle nicht genügend ausgeprägt sind, um eine sichere Diagnose zu erlauben, dann bleibt immer noch die Erweiterung der Einschußöffnung und eine Spaltung des Schußkanals übrig. Diese wird ohnedies bei steckengebliebenen Grantsplintern, oder wenn es sich um beginnende bzw. ausgesprochene Phlegmone (Gasbrand) dreht, indiziert sein. Wenn eine Zertrümmerung von Knochen (Rippe, Becken) nebenbei besteht, kann man mit der Entfernung vollkommen losgelöster Splitter keinesfalls schaden.



## c) Differentialdiagnose.

Vor allem wird es wichtig sein, zu entscheiden, ob eine intraperitoneale Verletzung vorliegt oder ob das Projektil extraperitoneal seinen Verlauf nahm.

In gewissem Sinne vermag darüber die Geschosßbahn zu orientieren. Ihre Rekonstruktion kann in vielen, aber nicht allen Fällen Aufschluß geben. So sah POCHHAMMER einen Soldaten mit Einschuß vorn am Bauch und Ausschuß am Rücken. Er nahm folgerichtig einen Durchschuß an. Im weiteren Verlaufe war eine Spaltung des Schußkanals erforderlich, und diese erwies, daß das Projektil nur in den Bauchdecken seinen Weg genommen hatte; das Peritoneum parietale war vollkommen intakt. Bei Schüssen aus großer Entfernung besteht die Möglichkeit, daß die sich

kontrahierende Muskulatur oder ein knöcherner Widerstand die Richtung des Geschosses ändert. Auf die Körperhaltung, welche der Verwundete in dem Augenblick der Verletzung einnahm, sei nur nebenbei hingewiesen. Auch beim Steckschuß ist es manchmal möglich, die eingeschlagene Richtung festzuhalten. Dies wird erleichtert, wenn das Geschosß vor seinem Eindringen in die Bauchwand andere Körperteile durchsetzte: Ober- und Unterarm, Hand, oder eine Hautfalte der Brust bzw. des Abdomens. Ob nun ein Durchschuß, ein Streifen oder ein Aufreißen des Gewebes stattfand, die Richtung ist gegeben. Auch ohne dieses unterstützende Moment kann die Form der Einschußwunde einen Fingerzeig für die eingeschlagene Richtung geben. Ovale Gestalt mit Abschürfung und Quetschung des einen Wundrandes sowie Abheben des anderen zeigt die Richtung, in welcher das Geschosß die Haut durchbohrte (LÄWEN). Mit der Feststellung der Bahn ist (besonders, wenn der Einschuß weit ab von der Bauchhöhle liegt) aber nicht die wichtige Frage erledigt, ob die Bauchhöhle eröffnet wurde oder nicht,

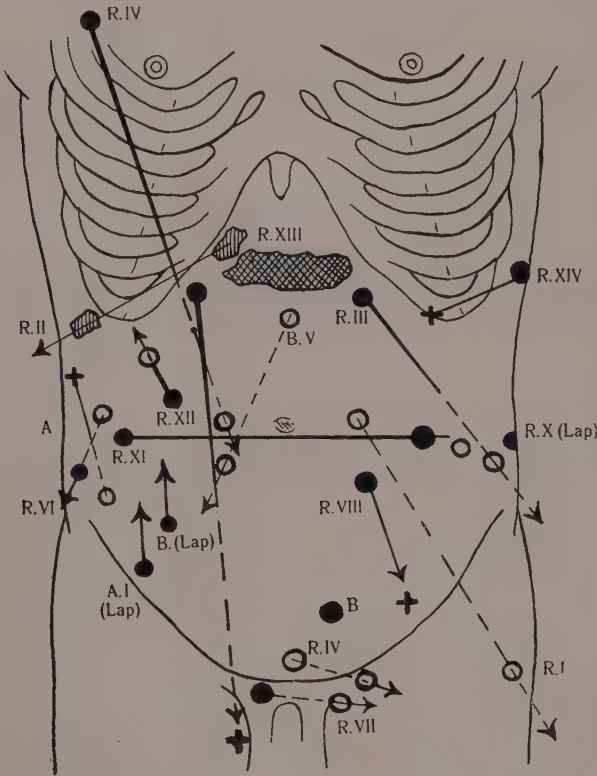


Abb. 5. Bauchwandwunden, die nicht perforierend waren und operiert wurden nach ABADIE.

Man erkennt die große Distanz, welche häufig Ein- und Ausschuß trennt, ohne daß die Peritonealhöhle beteiligt ist.

A = Abadie; B = Bouvier; R = Rouvillois.

ganz zu schweigen von der Unversehrtheit ihres Inhaltes. Für diese Unsicherheit lieferte SCHUBERT ein Beispiel: Ein- und Ausschuß sowie die gesamten Symptome sprachen mit absoluter Sicherheit für das Vorliegen eines „echten Bauchschusses“. Die Laparotomie, welche dem Patienten keinen Schaden brachte, erwies, daß der vermeintliche Ein- und Ausschuß zwei verschiedene Steckschüsse waren, von denen keiner das Peritoneum erreicht hatte. Ferner konnte QUÉNU einen Schußkanal präparieren, bei welchem der Einschuß vorne nahe der Mittellinie, der Ausschuß vier Finger breit von der Dornfortsatzreihe entfernt war, die Bauchhöhle aber keine Verletzung aufwies. Abb. 5 gibt eine anschauliche Darstellung.

In frischen Fällen mit deutlicher Peritonitis — ältere entheben uns meist längeren diagnostischen Erwägungen — kann eine Röntgenaufnahme mit genauer Lokalisation des Fremdkörpers von Bedeutung sein. Alle Zweifel löst sie unter Umständen freilich

auch nicht. Das gleiche ist der Fall, wenn man das Geschoß tastet. Schließlich besteht die Möglichkeit, daß dieses die Bauchdecken durchheilte, daß aber der Darm infolge der Seitenwirkung schwer geschädigt wurde und dann eine sekundäre Nekrose eintrat. Im Unterbauch trifft dies häufiger zu als in den oberen Regionen des Abdomens.

Die Hämatome im retroperitonealen Spaltraum können differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereiten. Dieser erstreckt sich vom Zwerchfellansatz bis in das kleine Becken hinunter. Der Weg, welchen das Geschoß in ihm genommen hat, ist bisweilen sehr lang. Es besteht blutige Durchtränkung, Hämatombildung bis in die Mesenterialblätter und Schädigung von Nervelementen (OBERST). Besonders letztere verursachen Schock; seltener ist dieser die Folge von Gefäßverletzung. Bei günstig verlaufenden Fällen gehen die Erscheinungen wieder zurück. Man soll nach OBERST durch Abwarten — ob der Schock abklingt — zu einer klaren Diagnose gegenüber einer Bauchhöhlenentzündung kommen. Keinesfalls darf man sich auf die „Seltenheit“ der Verletzung großer Gefäße verlassen. Wir selbst beobachteten einen großen Schlitz in der Vena iliaca communis. Ein ausgedehntes Zuwarten nur der Diagnose zuliebe ist nicht empfehlenswert.

Wenn neben der retroperitonealen Blutung noch extraperitoneal der Darm verletzt ist, so kann das ausgetretene Gas zu Hautemphysem, sogar an weit entlegener Stelle, z. B. am Halse, führen (LENK, SEHRT, TROMP, GRÄFENBERG). Zu Beginn des Krieges, als vielfach die Indikation lautete, bei intraperitonealer Blutung operieren, bei Darmverletzung zuwarten, konnte die Differentialdiagnose zwischen beiden erörtert werden. Später wurde diese Aufgabe hinfällig. Nur HÄRTEL sei erwähnt. Dieser fand bei vorherrschender intraperitonealer Blutung bisweilen weniger eine Spannung als eine gleichsam teigige Beschaffenheit des Bauches, die mit starker Druckempfindlichkeit verbunden war\*). Nach BURCKHARDT und LANDOIS erholen sich extraperitoneal Verletzte rasch im Gegensatz zu den intraperitoneal Verwundeten. Schon nach Ablauf von 24 Stunden bessert sich der Puls, das Erbrechen verschwindet, die Bauchdeckenspannung fehlt. Darf man so lange warten?

Über die Entscheidung, ob eine Blasen- oder Darmverletzung vorliegt, wird an anderer Stelle geschrieben werden. Hier sei nur bemerkt, daß die blutige Anurie (KIELLEUTHNER), die Harninfiltration, gegebenenfalls Harnträufeln, auf sie hinweisen. Wenn der Dünndarm mitverletzt ist, so addieren sich die früher erwähnten Symptome hinzu; ist der Mastdarm mit einbezogen, so weist das Blut an dem untersuchenden Finger, unter Umständen urinöser Inhalt der Ampulle auf seine Läsion hin, abgesehen davon, daß etwa die Schußstelle gefühlt wird.

Die Bauchdeckenspannung, auf welche mit Recht ein großer Wert für die Diagnose einer Darmverletzung gelegt wird, kann auch durch einen Schuß in die Brusthöhle (mit oder ohne Beteiligung des Zwerchfells) ausgelöst werden. Liegen Ein- und Ausschuß in den oberen Partien des Thorax, bestehen Bluthusten, Hämatothorax, dann ist auch bei Bauchdeckenspannung die Entscheidung nicht schwierig. Anders bei tieferem Sitz. Man tut dann gut, auch bei einseitiger Spannung, selbst wenn sie vorübergeht, das Symptom nicht leicht zu nehmen. Man muß immer an die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit einer intraabdominellen Verletzung denken. Eine Beobachtung von JEHN ist sehr lehrreich. Es handelte sich um eine traumatische Eventration des Magens in die linke Brusthöhle, welche unter dem klinischen Bilde des Spannungspneumothorax verlief (Einschuß in die Höhe der 2. Rippe, 1. Mammillarlinie, Ausschuß am Rippenbogen in der vorderen Axillarlinie). Eine Durchleuchtung kann in solchen Fällen wertvollen Aufschluß geben\*\*).

\*) In einem Falle von traumatischer Milzruptur mit starkem Bluterguß vermochten wir diese teigige Beschaffenheit ebenfalls nachzuweisen.

\*\*) Die Franzosen machten von der Radioskopie einen ausgedehnten Gebrauch und schrieben ihr einen hohen Wert für die Erkennung von Darmverletzungen zu. Bei ihnen herrschten, wie aus den schwer zu erhaltenden Berichten hervorgeht, weitaus günstigere Lazarettverhältnisse vor als bei uns.



Dann und wann wird ein aus der Brustwunde vorgefallener Netzzipfel auf die Komplikation hinweisen. Auch die Aufblähung des Abdomens mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft mit folgender Durchleuchtung (GÖTZE, RAUTENBERG u. a.) kann von Vorteil sein.

Ob eine isolierte Verletzung der Leber oder der Milz vorliegt, wird sich dann und wann aus der Lage von Ein- und Ausschuß bestimmen lassen. Ist die Verletzung schwer, dann enthebt uns der Zustand des Verwundeten von weiteren Überlegungen; der Eingriff ist — falls überhaupt noch ausführbar — indiziert. Bei Leber- und Milzschüssen wird die auf einige Zeit sich erstreckende sorgfältige Beobachtung einen Rückschluß auf die Mitbeteiligung des Darmes oder dessen Inhalt erlauben.

BURCKHARDT-LANDOIS und WEIL machen aufmerksam, daß eine Rückenmarksverletzung wegen der starken Bauchdeckenspannung einen Darmschuß vortäuschen kann. Schmerzen und Spasmen der Beine, Reflexstörungen der Beine, Hyperästhesie der Bauchdecken (typische Marksymptome können fehlen) machen auf die Schädigung des Markes aufmerksam, falls man in der Eile der Arbeit daran denkt.

Fassen wir das über Diagnose und Differentialdiagnose Gesagte zusammen, so spricht für eine Magen-Darm-Verletzung, abgesehen von den offenkundigen Fällen (Darmprolaps, Ausströmen von Kot oder Darmgasen):

Der Verlauf des Schußkanals (mit den früheren Einschränkungen), etwaiger Schock, Brechneigung, Erbrechen, etwas beschleunigter Puls, kostale Atmung bei tiefer Atmung und lokalisiertem Schmerz beim Husten, Zessieren von Stuhl und Flatus, Spannung der Bauchdecken, Druckempfindlichkeit, freier Erguß, freies Gas in der Abdominalhöhle. — Sollten Zweifel bestehen, so wird bei einigem Zuwarten die reflektorische Spannung der Bauchmuskeln, die manchmal ganz einseitig ist, und ein leises, aber doch deutliches Schlechterwerden des ganzen Zustandes mit besonderer Berücksichtigung des Pulses auf den Ernst der Lage hinweisen.

## D. Prognose.

### a) Spontanheilung der Magen-Darm-Perforationen.

Zu Beginn des Krieges wurde von vielen auf die Spontanheilung großes Vertrauen gesetzt. Man dachte vorwiegend an die Wirkung der modernen Kleinkaliberinfanteriegeschosse. Die sich einstellenden massenhaften Verletzungen durch Artilleriegeschosse wurden auf Grund der Berichte aus früheren Feldzügen weniger in Rechnung gesetzt.

Die Täuschung, welcher man sich in dieser Richtung hingegeben hat, wird gut illustriert durch Zahlen, welche HOTZ Ende 1915 aus einem Lazarett in Freiburg veröffentlicht hat.

Danach betragen die Granatverletzungen

August bis September 1914 . . . . .	20%
Oktober bis Dezember 1914 . . . . .	40%
Januar bis Mai 1915 . . . . .	50%
Juni bis November 1915 . . . . .	75%

Ferner wurde vielfach angenommen (KARER u. a.), daß es sich bei Infanteriegeschossverletzungen um große Entfernungen handeln werde, also entsprechend dem geringen Durchmesser des Projektils ein kleines Loch im Darm mit Schleimhautpfropf, Verklebung, Heilung zu erwarten sein würde, unter weniger günstigen Umständen ein umschriebener Abszeß und Kotfistelbildung.

ALBRECHT führt die von ihm beobachteten Heilungen gerade darauf zurück, daß bei kleinem Loch der Prolaps ausbleibt und die Serosaränder sich zusammenlegen.

ADLER ging so weit, daß er sagte: Ein durch den Magen Geschossener ist nach einigen Tagen wieder dienstfähig. Ferner: Die Naht einer kleinen Perforation der Pars cardiaca und des Fundus ist selbst am freigelegten Magen überflüssig. Er hält sich dabei allerdings an die Maximen der Kriegsheilkunst, welche nach ihm „STROMEYER vor mehr als einem halben Jahrhundert trefflich gekennzeichnet hat“.

Die Tatsachen machten diesem Optimismus im Laufe der Zeit ein Ende. Die Operationsbefunde einzelner und die Obduktionen wiesen mehr als deutlich auf die meist schweren Schädigungen hin, die eine Spontanheilung niemals zuließen.

Klinik und Pathologie haben allerdings bewiesen, daß einzelne Magen-Darm-Perforationen auch ohne Eingriff einer Heilung fähig sind. Von den Pathologen brachten ASCHOFF, RÖSSLE u. a. einwandfreie Präparate; eine gute Abbildung aus COENEN diene als Beispiel (Abb. 6). Das Auftreten von Kotfisteln, die sich spontan schlossen, der Abgang von Geschossen durch Erbrechen oder mit dem Stuhl sind ebenfalls Beweise dafür, daß eine Heilung ohne Hilfe des Messers möglich ist.

GRUBER sah gelegentlich Vernarbungen nach Magen- und Darmschüssen. Sie waren stets unter Anlagerung benachbarter Bauchorgane zustande gekommen. Die Magennarben boten dabei den Anblick eines divertikelartig geheilten Magenulkus.

### b) Bewertung der Darmverletzten.

Der Krieg hat mit grausamer Deutlichkeit bewiesen, daß die Wertung der Darmschüsse durch TREVES unrichtig war: „Sie wurden durch den Bauch geschossen, und es war interessant für sie, das zu wissen; sonst aber war nichts zu bemerken“; oder: „Die Symptome sind vielfach nicht anders, als hätte der Mann einen unreifen Apfel gegessen.“ Die Mortalität muß als hoch angenommen werden und dürfte nicht unter 80% betragen.

Tabelle 3.

Mortalität der einzelnen Sanitätsformationen.

Autor	Schlacht- feld	Hauptver- bandplatz	Feld- lazarett	Kriegs- lazarett	Reserve- lazarett
BORCHARD . . . . .		56	37,1		
FEDERSCHMIDT . . . . .		69,8			
FRIEDRICH . . . . .		85	32	39	
JACOBS . . . . .		80	16	2,3	1,7
KOETZLE . . . . .			81	20	
NORDMANN . . . . .		90			
PELS LEUSDEN . . . . .					
REHN . . . . .		50	63		
BORCHARD . . . . .					
PERTHES . . . . .		42	56	75	
SCHMIEDEN . . . . .		70	50	33,3	20
STEINTHAL . . . . .			44,8		
HAGA (Chin.-Japan. Krieg) .	43,5				
HILDEBRAND (Burenkrieg) .	70				

BUSALLA sah von 80 Bauchschüssen 44 (= 55%) in einem derartigen Zustande auf dem Hauptverbandplatze ankommen, daß eine Operation ausgeschlossen war. Davon starben 38, die übrigen 6 hatten extraperitoneale Verletzungen und Kotfisteln.

In den Sanitätsformationen tritt die Schwere der Darmschädigung in den Vordergrund. Diese ist abhängig von der Art und Ausdehnung der Verletzung. Für den Kampfplatz haben wir auf die ausschlaggebende Bedeutung der Nebenverletzungen hingewiesen (Blutung, Verletzungen der großen Drüsen usw.). Die Nebentraumen am übrigen Körper sollen nicht weiter besonders hervorgehoben werden; es liegt uns aber fern, ihre Dignität zu unterschätzen.

Die Geschoßart und die Entfernung, aus welcher der Körper getroffen wurde, sind wohl zu berücksichtigen. Eine schematische Einteilung läßt sich aber nicht geben; sie wäre gezwungen und falsch. Im allgemeinen darf man wohl sagen, daß ein Infanteriegeschoß aus großer Entfernung weniger gefährlich ist als das Sprengstück einer



Handgranate, Fliegerbombe, eine Schrapnellkugel, ein Granat- oder Minensplitter usw. Der Darm vermag im günstigsten Falle nach dem üblichen Ausdruck, einem klein-kalibrigen Projektil „auszuweichen“, oder er erleidet nur eine oder mehrere wenig umfangreiche Perforationen, die einer Spontanheilung (allerdings selten) fähig sind\*). Das Bild ändert sich sofort bei Nahschüssen (Sprengwirkung), Querschlägern und deformierten Geschossen. Mit den kleinen Löchern ist es vorbei, ebenso mit der Glätte und der relativ geringen Infektiosität des Projektils, da Fremdkörper (Tuchfetzen usw.) mitgerissen werden können. Schrapnellkugeln bedingen naturgemäß größere Defekte der Darmwand; an ihrer oft klebrigen Oberfläche konstatierten wir mehrfach anhaftende Fetzen der Kleidung. Die deletäre Wirkung großer Artilleriegeschößsplitter brauchen wir nicht besonders hervorzuheben. Die kleinen verursachen oft Verwüstungen, welche man mit Rücksicht auf die minimale Einschußöffnung nicht vermuten würde; manchmal allerdings ist ihr Effekt dem des Infanteriegeschosses gleich oder harmloser.

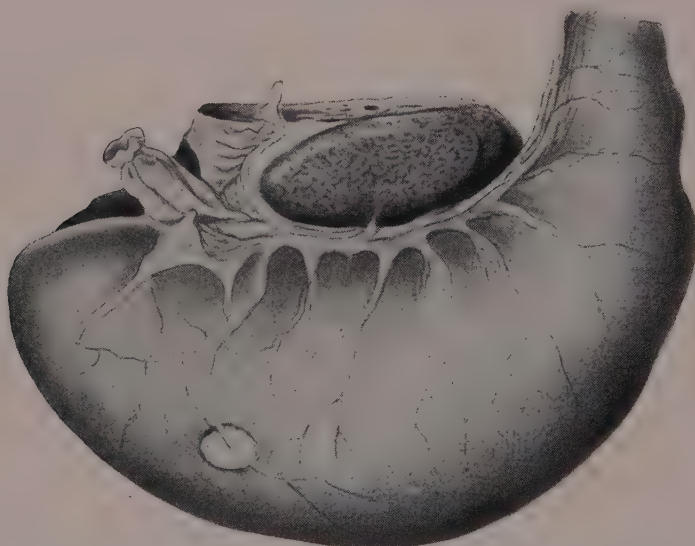


Abb. 6. Spontan verheilte Magenschuß durch Infanteriegeschöß.

(Nach Coenen, Athen 1912.)

TIETZE kommt in seinen Ausführungen dahin, den Darmschuß durch Granatsplitter günstiger einzuschätzen als denjenigen durch Infanteriegeschosse.

Tabelle 4.

Geschößart	LURZ			FEDERSCHMIDT			ABADIE			QUÉNU		
	Fälle	Tote	% Mort.	Fälle	Tote	% Mort.	Fälle	Tote	% Mort.	Fälle	Tote	% Mort.
Infanterie . . . . .	258	148	57	90	59	65,6	147	66	45	—	—	56
Granatsplitter . . . .	187	113	70	45	37	82	217	143	66	—	—	75
Mine . . . . .	22	14	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schrapnell . . . . .	79	49	62	32	21	65,6	—	—	—	—	—	30
Handgewehrgranate .	40	12	30	7	4	57	—	—	—	—	—	—
Pistole . . . . .	32	15	46	5	4	80	58	27	47	—	—	—
Bombensplitter . . .	8	5	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Über Darmverletzungen durch Fliegerpfeile ist wenig berichtet. Wir können nur folgendes Beispiel anführen: Ein Unteroffizier, der mit dem Schreiben des Rapports

\*) ALBRECHT von der italienischen Front, MEYER und Dilger vom zweiten Balkankrieg; kleines Kaliber des griechischen Geschosses.

vor einem Hause beschäftigt war, fühlte plötzlich einen Stich in der rechten Schulter. Auf der Leichtverwundetensammelstelle wurde festgestellt, daß ein Pfeil oberhalb des rechten Schlüsselbeins eingedrungen war, Lunge und Zwerchfell durchbohrt hatte und in der Bauchhöhle liegengeblieben war. Der Verwundete starb nach 36 Stunden an eitriger Bauchfellentzündung.

Abgesehen vom Allgemeinbefinden ist bei der Einschätzung der Verletzung der Füllungszustand des Darmes zu berücksichtigen. Nicht umsonst wurde der utopische Vorschlag gemacht, die Leute vor dem Gefecht hungern zu lassen und Abführmittel zu geben. Die Möglichkeit, daß ein erkrankter Darm mit schwer infektiösem Inhalt getroffen wird, ist jedenfalls auch in Betracht zu ziehen. Soviel über den Magen-Darm-Traktus als Ganzes.

Wir haben nun auf die einzelnen Abschnitte einzugehen und sehen von etwaigen Komplikationen ab.

Schußverletzungen des Magens sind im allgemeinen günstiger als diejenigen der anderen Darmabschnitte; die im pylorischen Teil gelegenen sind weniger aussichtsvoll als die, welche den Fundus betrafen. Größe der Perforationsöffnung und starke Füllung des Ventrikels stören natürlich sofort das Schema\*).

Den Läsionen des Magens stehen die des Duodenum am nächsten. Man könnte sogar versucht sein, sie als weniger infaust zu betrachten, weil ein Massenaustritt von Ingesten auch bei größerer Öffnung nicht wie bei jenen stattfindet. Ferner könnte man mit ISELIN annehmen, daß der Inhalt des Zwölffingerdarmes, wenigstens im oberen Teile, weniger infektiös ist als der des Ventrikels; dieser Anschauung steht BRUNNER ablehnend gegenüber. Die Fixation des Duodenum ist sicher nicht ohne einen gewissen günstigen Einfluß. Die Gefahren der Phlegmone bei extraperitonealer Perforation, ferner diejenigen nach Mitverletzung des Pankreas seien nur gestreift.

Der Unterschied der Dünndarmschüsse gegenüber denjenigen des eben behandelten Abschnittes wird fast von allen Seiten hervorgehoben. Einmal ist die Beweglichkeit der Dünndarmschlingen dabei zu berücksichtigen; der ausgetretene Darminhalt wird durch sie leichter allseitig verbreitet, der noch flüssige Inhalt verläßt eher die umhüllende Darmwand als feste Massen. v. HOCHENEGG wies allerdings darauf hin, daß man bei Bauchschußoperationen hinter der Front auffallend häufig nicht nur im Dickdarm, sondern auch im untersten Ileumabschnitt plastisch formbaren Kot finde. Bezüglich der analwärts zunehmenden Infektiosität des Dünndarminhaltes dürfen wir auf die bekannten Untersuchungen BRUNNERS verweisen.

Schließlich ist zu erwägen, daß es sich beim Dünndarm nur selten um eine isolierte Perforation handelt, daß zumeist mehrfache Löcher oder auch Aufreißungen vorhanden sein können.

Beim Vergleiche der Dün- und Dickdarmverletzungen wollte BEHR nach seinem Sektionsmaterial (nur 22 Fälle) keinen durchgreifenden Unterschied herausfinden: „Beide Arten von Verletzung sind gleich verhängnisvoll.“ Die klinischen Erfahrungen geben ihm nicht recht (KÖRTE, KRASKE, unsere eigenen u. a.). Man muß wohl Unterschiede machen. Das bewegliche Querkolon steht hinter dem Dünndarm in keiner Weise zurück. Colon ascendens und Colon descendens sind fixiert, bei ihnen ist auch eine extraperitoneale Läsion möglich, welche günstigere Verhältnisse bieten kann — leider nicht immer. Weite Aufreißungen oder vollkommene Durchtrennungen ändern naturgemäß sofort das Bild.

Über die hohe Gefahr der kombinierten Dün- und Dickdarmverletzungen sind die Meinungen geteilt; uns nur erschien das Mitbetroffensein des S. romanum und des Colon pelvinum besonders deletär.

\*) MICHON entfernte einen 7 cm langen Granatsplitter, welcher durch die vordere Magenwand eingedrungen war, am 42. Tage nach der Verletzung.

Wir verweisen auf die später folgenden Tabellen.



Die Gefahr der abdominal-thorakalen Verletzungen (Zweihöhlenschüsse) wechselt nach ihrer Art und Ausdehnung.

Geht das Geschoß ohne Eingeweideverletzung in der Höhe des 8. oder 9. Interkostalraumes durch, so wird allerdings auch die Brusthöhle eröffnet, vielleicht noch der unterste Lungenabschnitt verletzt. Die Lage ist dann kaum ernster als bei einem einfachen glatten Lungendurchschuß.

Weniger günstiger liegen die Verhältnisse, wenn die Richtung des Schußkanals von der Horizontalen abweicht, schräg nach oben zieht und so schwere Lungenverletzungen bedingt. Dann beherrscht (bei intaktem Magen-Darm-Traktus) die Thoraxläsion das Bild und trübt die Aussichten. Noch mehr ist letzteres der Fall, wenn Magen-Darm-Verletzung, Blutung aus Leber und Milz dazukommen oder eine breite Öffnung im Zwerchfell das Eintreten der Baueingeweide möglich machte. Das etwa perforierte Organ entleert seinen Inhalt in die Brusthöhle, das intakte vermag einer Einklemmung zu unterliegen (JEHN).

Das Bild wird besonders düster, wenn neben der Darmverletzung die großen Drüsen des Abdomens, die Blase, die Wirbelsäule von dem Projektil geschädigt wurden oder wenn dieses eine ausgedehnte Zertrümmerung des Beckens veranlaßte. Die Wertigkeit der einzelnen Gefahrzonen geht klar aus der schematischen Zeichnung hervor. Die am dunkelsten gehaltene Partie nimmt die erste Stelle ein (Abb. 7).

Abgesehen von den Darmperforationen ist das Geschoß auch noch imstande, anderen Schaden am Intestinum zu stiften. Wir meinen die Streifschüsse. Dann und wann sieht man Serosarisse ohne tiefer gehende Schädigung oder Kontusionsherde der Wand. Letztere bergen die Gefahr der sekundären Perforation in sich, falls nicht schützende und dauernde Verklebungen eintreten. Eine Gangrän des Darmes kann ferner eintreten, wenn das Mesenterium auf eine Strecke abgelöst ist und damit die Ernährung des Darmes unterbrochen ist. Auf die Angabe, daß die Ablösung bis zu 7 cm Länge schadlos vom Darm ertragen wird, möchten wir uns in praxi nicht verlassen.

Die Blutung aus durchtrennten Mesenterial- und Netzgefäßen brauchen wir keiner weiteren Einschätzung zu unterziehen.

Schließlich wollen wir die erfreuliche Tatsache anführen, daß penetrierende Schüsse vorkommen, bei denen außer einer geringen oder unbeträchtlichen Blutung kein weiterer Schaden gestiftet wird. Es sind die erwähnten Glücksschüsse (KÜTTNER).

Die Zone, in welcher man mit ihnen rechnen darf, geht aus der Abbildung 8 hervor; diese zeigt die Abschnitte, in welchen die Operation keine Verletzung des Darmes aufdeckte.

Wir versuchen nicht Prozente herauszurechnen. Alle auf konservativem Wege geheilten Fälle hereinzunehmen wäre falsch, da Spontanheilungen des perforierten Darmes vorkommen. Die operativen Erfahrungen zu verwerten, ist nicht angängig, da in denjenigen Fällen, welche keine Erscheinungen machten, keine Veranlassung zu einem blutigen Eingreifen vorlag. Diesen Einwand müssen wir TUFFIER machen, wenn er die Glücksschüsse nach Operationsbefunden auf 11,27 % einschätzt.

TUFFIER sah die Operationsgeschichten von 275 Fällen durch; 31 mal handelte es sich um „einfache“ Ein- bzw. Durchschüsse. Fast alle diese Schußverletzungen verliefen schräg; kein einziger betraf die Nabelgegend.

Die Eingriffe unter solchen Verhältnissen kann man als „überflüssig, manchmal schädlich“ (ABADIE) bezeichnen. Bei unseren westlichen Nachbarn, die mit der Operationsindikation freigebiger waren, wurden sie häufiger ausgeführt. Dies geht auch aus einer Äußerung JALAQUIERS hervor: lieber 100 mal das Abdomen ergebnislos eröffnen, als einmal eine Magen-Darm-Perforation übersehen. Die deutschen Zahlen bleiben hinter den welschen zurück.

## c) Abhängigkeit von äußeren Verhältnissen.

Aus der Schilderung der Operationsbefunde, der Einwertung der Schußverletzungen, und aus den angegebenen späteren Folgen dürfte klar hervorgehen, daß die Prognose außerordentlich ernst ist.

In erster Linie ist sie abhängig von dem Effekt des Projektils, der Art und Ausdehnung der Darmverletzung.

Der Allgemeinzustand des Verwundeten, etwaige entzündliche Komplikationen von seiten der Lunge oder des Verdauungskanales (Füllung) müssen mit in Rechnung

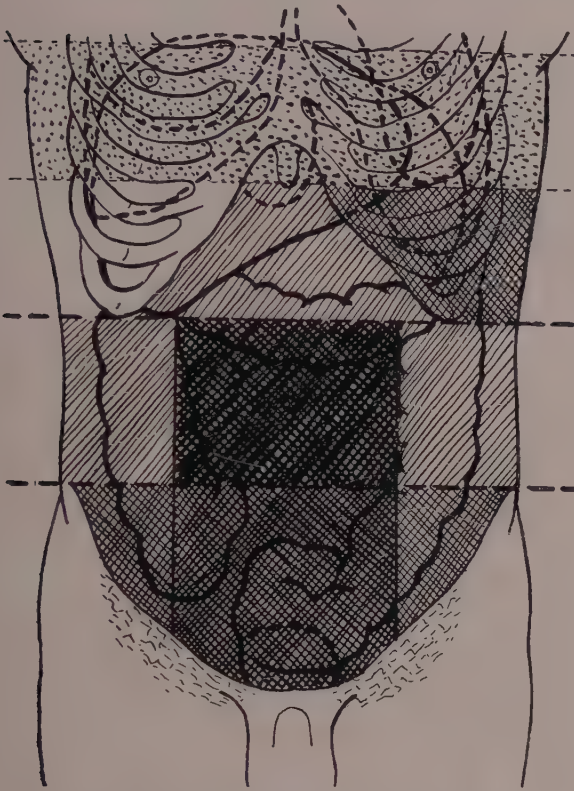


Abb. 7. Topographische Verteilung der Bauchwunden nach ihrer Schwere und ihrer verschiedenen Möglichkeit der Spontanheilung, nach ABADIE.

Die (am hellsten gehaltene Partie entspricht der relativ größten Gutartigkeit; die dunkelste Stelle bietet am meisten Gefahren, nach Abadie.

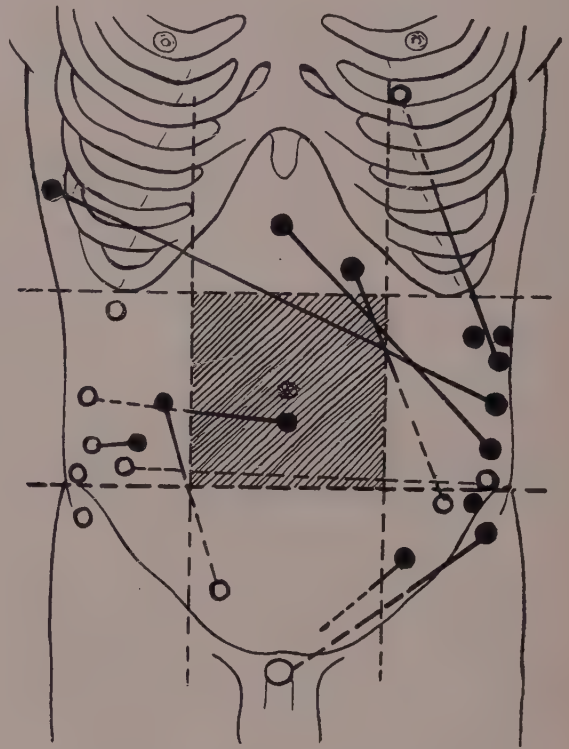


Abb. 8. Perforierende Bauchschüsse, bei denen durch die Operation festgestellt wurde, daß kein Eingeweide verletzt war, nach WALLACE.

● Wunde ventral; ○ Wunde dorsal.

gezogen werden; ferner die Außentemperatur, ebenso die Art und Dauer des Transportes (die Länge der Zeit, bis der Verwundete in ärztliche Hände kommt). Die Worte von SCHEIBE, daß diejenigen Verwundeten die beste Aussicht auf Genesung haben, welche 2—3 Tage am Kampfplatz liegenblieben, haben sich keine dauernde Geltung erworben. Sie waren auf die konservative Behandlung gemünzt, und ihre Befolgung setzte milde Witterung voraus. Die Zeit, welche bis zur Aufnahme in die entsprechende Sanitätsformation verstrich, war auf die operative Versorgung und deren Resultat von wesentlichem Einfluß. Dies lehrten die Friedenserfahrungen bei Magen-Darm-Verletzungen zur Genüge. Je früher die Versorgung stattfindet, desto besser die Aussichten; von der 12. Stunde ab fällt ein rapides Absinken der Heilungsziffern auf (HÄRTEL). Wir bringen nur einige der Angaben aus den letzten Jahren.



Tabelle 5.

Autor	Zeit				% Mortalität
	Stunden nach Verwundung	Anzahl der Fälle	leben	gestorben	
GRÄFENBERG . .	1	4	1	3	75
	2	10	3	7	70
	3	13	4	9	69
	4	24	13	11	46
	5	18	11	7	39
	6	13	7	6	46
	7	7	3	4	57
	8	4	2	2	50
	9	4	1	3	75
	10	3	1	2	70
	12	1	—	1	100
	14	1	—	1	100
	18	1	—	1	100
	20	1	—	1	100
	26	1	—	1	100
LURZ . . . .	bis 4	199	90	109	55
	8	218	82	136	62
	12	71	27	44	62
	16	22	8	14	64
	24	18	6	12	66
SIEGEL . . . . .	36	8	2	6	75
	in den ersten	—	—	—	15
	nach 5—8	—	—	—	44
KRASKE . . . . .	nach 9—12	—	—	—	63,6
	bis 12	—	—	—	22
	24	—	—	—	47
	36	—	—	—	75
PEGGER . . . . .	nach 36	—	—	—	100
	bis 6	—	—	—	53
HUGHES u. REES .	12	—	—	—	77,8
	6	—	—	—	37
	12	—	—	—	63
	16	—	—	—	83

GRÄFENBERG: „Die Lebensaussichten nehmen offensichtlich mit der Vergrößerung des zeitlichen Intervalls zwischen Verwundung und Operation in den ersten 5 Stunden zu, erreichen nach 5 Stunden ihr Optimum, um dann wieder bis zu 10 Stunden zum Anfangswert zu sinken.“ Wir möchten nach eigenen Erfahrungen sagen: „In den ersten Stunden manifestiert sich die Schwere der Verletzung nicht immer; deshalb wurde manche aussichtslose Operation angegangen.“

Dem Optimismus von HÄRTEL: Darmschüsse sind nur dann als prognostisch aussichtslos zu betrachten, wenn sie nicht rechtzeitig operiert werden können, vermögen wir uns nicht anzuschließen. Wir bekamen Verletzte dann und wann sehr frühzeitig, mit gutem Aussehen und glänzendem Pulse, bei welchen die Operation irreparable Verwundungen des Darmes aufdeckte. Inwieweit die strategischen und anderen Verhältnisse (schlechte Unterkunft, frühzeitiger Abtransport) die Vorhersage trüben können, geht aus unseren früheren Ausführungen wohl hervor\*).

\*) Die Franzosen bekamen ihre Verwundeten an vielen Stellen eine halbe bis drei Stunden nach stattgehabtem Trauma. Die Heilungsziffern sind kaum höher als unsere.

Dem Versuche, die Prognose in Prozenten auszudrücken, stehen mancherlei Schwierigkeiten im Wege. Über die Zahl derer, welche infolge von Darmschuß auf dem Kampfplatze blieben, haben wir uns bereits geäußert.

Kommen die Truppen- und Hauptverbandplätze. Hier werden viele mit dem Vermerk „Bauchschuß“ eingeliefert, bei welchen es sich nur um Bauchwandschüsse handelte (auch Weichteilschüsse hoch oben am Oberschenkel sahen wir mit dieser Bezeichnung).

Das gleiche war in den Feldlazaretten vielfach der Fall. Der Vermerk auf dem Wundtäfelchen wurde nicht geändert; dies geht aus den Fragebogen und Krankenblättern hervor, welche wir dem Sanitätsamt in Berlin verdanken.

Einmal bekamen wir 24 Krankenblätter mit der Aufschrift „Bauchschuß“; darunter fand sich nur eine Darmverletzung. Wir vermöchten demnach keine genauen Angaben zu machen über Zugang und Abgang Darmverletzter (Tod oder Abtransport in diesen Formationen). Sicher ist nur, daß sich das Schicksal der meisten Bauchverletzten innerhalb der ersten Tage entscheidet. Wir bringen einige Angaben aus der Literatur; auf später erscheinende Zahlen hinzuweisen ist unter den bestehenden Verhältnissen müßig. Wir versuchten, über das weitere Schicksal der Darmverletzten in der Heimat Aufschlüsse zu erhalten. Für das gewährte Entgegenkommen haben wir dem Sanitätsamt in Karlsruhe zu danken. Die Ausbeute ist nicht besonders groß\*).

Nicht viel besser ergeht es uns bei der Erörterung der Prognose und des Resultates der konservativen Behandlung. Die Literaturangaben schwanken innerhalb zu weiter Grenzen; einzelne sehen bei chirurgischer Abstinenz keine Heilung, andere bis zu 72%! Die hohen Zahlen stammen aus den ersten Zeiten des Krieges, in denen eine strenge Scheidung zwischen Bauchwand- und Eingeweideschuß noch nicht vorgenommen wurde. Abgesehen von den seltenen Spontanheilungen, den Glücksschüssen, solchen mit Fistelbildung, dürfte es sich in diesen Statistiken um mehr oder weniger harmlose Verletzungen der Bauchwand gehandelt haben.

Andere und wir selbst behandelten nur diejenigen Fälle konservativ, bei welchen eine Operation absolut aussichtslos erschien.

Nur in zwei Fällen ließ ich mich durch den guten Allgemeinzustand des Patienten verleiten, eine intraabdominelle Verletzung abzulehnen; 12 Stunden später — das Lazarett war weit von meinem Quartier entfernt, ein Telephon existierte nicht — wurde ich durch den Zustand des Verwundeten über meine falsche Diagnose aufgeklärt.

So ist es nicht zu verwundern, daß bei den eben erwähnten Chirurgen die Erfolge der erzwungenen Enthaltensamkeit schlecht waren. ABADIE kritisiert derartige Statistiken und kommt zu der Anschauung, daß sich die wirkliche Prognose der Darmschüsse nur aus dem Operationsbefund ablesen lasse. Er setzt dabei freigebige Anzeigen für den Eingriff voraus.

Einige Franzosen (CHEVASSU u. a.) hatten mit der operationslosen Behandlung angeblich sehr gute Erfolge. Diese wurden in den Sitzungen der Pariser chirurgischen Gesellschaft rücksichtslos und frühzeitig auf ein mehr als bescheidenes Maß zurückgeführt (QUÉNU, DELBET).

ABADIE will einteilen:

1. Operationen, die überflüssig sind, ja schädlich sein können, weil die Verletzung überhaupt keinen Eingriff erforderte;
2. Eingriffe, welche lebensrettend wirken, und
3. solche, welche wegen der Schwere des Trauma aussichtslos sind.

\*) Uns selbst müssen wir den Vorwurf machen, daß wir in den Feldlazaretten nur die operierten Patienten notierten. Die Therapie interessierte uns mehr als die Statistik. Über das spätere Schicksal unserer Operierten bekamen wir trotz der Bitten an die Patienten nur selten Aufschluß. Wir wissen demnach nicht, wie viele in den Kriegs- bzw. Heimatlazaretten ihr Schicksal noch erlitt.



Auch diese Art der Statistik hat ihre Fehlerquellen. Sie läßt die „draußen“ und auf dem Transport Verstorbenen außer acht; sie nimmt ferner keine Rücksicht auf spätere üble Vorkommnisse, mit welchen doch „gerechnet“ werden muß. Die Heilungsziffer erscheint jedenfalls zu günstig. Immerhin ergeben die Resultate der Operation eine gewisse Übersicht; je länger man die Abtransportierten in ihrem Schicksal verfolgen kann, desto sicherer wird die Statistik.

#### d) Ursachen des Todes.

Eine Anzahl Verwundeter fällt dem Tode auf dem Kampfplatz anheim. Bei dem Mangel von Sektionen der dort Gebliebenen ist es unmöglich, sie numerisch festzustellen. An der Magen-Darm-Verletzung allein gingen sicher nicht viele bald nach der Verwundung zugrunde.

Wir bekamen einen Verwundeten ins Feldlazarett mit weit aufgerissenem Abdomen und vielfach perforiertem, prolabierte Darm; er fristete sein Dasein noch zwei Tage. ROTTER obduzierte im Feldlazarett 20 nicht operierte Fälle; 11 mal waren schwere Nebenverletzungen die Todesursache.

Die anderen Läsionen: die der großen Gefäße, der Unterleibsdrüsen, des Thorax, hochgelegener Rückenmarkssegmente oder des Kopfes bedingten den rasch einsetzenden Exitus. Ein Teil, welcher vielleicht noch zu retten gewesen wäre, ging zugrunde, weil er nicht abtransportiert werden konnte (langsame Verblutung, Peritonitis, Erfrieren).

Auf dem Hauptverbandplatz und im Feldlazarett (annehmbare Transportverhältnisse vorausgesetzt) kommt neben der Schwere der Verletzung und etwaiger Komplikationen die Blutung in Betracht. Sie wurde mit Recht von allen Seiten hoch eingeschätzt (bis zu 69%) und bedingt meist den schweren Kollaps, in welchem die Verwundeten eintreffen können. Bei letzterem sind natürlich die Temperaturverhältnisse und der Transport in Rechnung zu ziehen.

BORST sah einen Fall von Tod an Luftembolie bei einem Bauchsteckschuß (Granatsplitter). Es war infolge multipler Verletzung des Magens und der Gedärme ein gewaltiges Pneumoperitoneum entstanden. Der Splitter hatte auch die Vena iliaca verletzt, und durch das klaffende Loch in dieser Vene wurde von dem im Bauchraum vorhandenen Gas nach dem Herzen hin angesaugt.

Sehr bald setzt die Peritonitis ein, was bei der oft massenhaften Überschwemmung des Bauchfells mit infektiösem Material nicht zu verwundern ist. GRÄFENBERG geht so weit, daß er die Fröhntodesfälle, welche von einigen als durch Schock bedingt angenommen wurden, mit der Bakteriämie erklären will. Er fand auch in einigen Fällen sehr bald nach dem Trauma Bakterien im Blute. Sicher ist, daß viele die sinnfällige, klinische Erscheinungen bedingende Bauchfellentzündung nicht erlebten.

Wir möchten glauben, daß eine reichliche Blutung der beste Boden für die rasche Entwicklung der Peritonitis ist. Diese fordert innerhalb der ersten Tage die meisten Opfer.

Die Möglichkeit des akuten Darmverschlusses wurde uns einige Male vor Augen geführt: Die Darmschlinge, welche durch einen engen Schußkanal prolabierte war, wies die deutlichsten Zeichen einer schweren Einklemmung auf. Mit der Anführung dieses Ereignisses haben wir die frühzeitigen Todesursachen verlassen. Die weiteren, den Exitus etwa veranlassenden Gefahren sind späteren Ausführungen vorbehalten.

Hier seien sie nur kurz erwähnt:

1. Allgemeines: Risiko der Operation, Übersehen von Perforationen, Abtransport.

2. Von seiten des Abdomens: Durchbruch von Abszessen oder sekundäre abgesackte Eiterungen, ausgehend von gequetschten Darmpartien, Darmverschluß, Fistelbildung, Pfortaderthrombose, Blutung aus traumatischen Magengeschwüren;

3. von seiten der Bauchwand: Phlegmonen, Dehiscenz der Bauchnaht, Bauchnarbenbrüche, Zwerchfellhernien, Knocheneiterungen, Gasbrand, Tetanus;

4. von seiten der Lunge: Bronchitis, Pneumonie, Empyem.

## E. Behandlung.

### a) Allgemeines.

Nach den reichlichen Erfahrungen im Frieden stand es fest, daß mit der Diagnose des Darmschusses auch die operative Therapie einzusetzen hat. Je früher, desto besser, dafür gaben einzelne und Sammelstatistiken ein beredtes Zeugnis. Erst die Mitteilungen aus den Feldzügen der jüngeren und jüngsten Vergangenheit wollten an Selbstverständlichem rütteln. Die verschiedenen Merkblätter und kriegschirurgischen Arbeiten, welche uns ins Feld begleiteten, sprechen von Abstinenz im Operieren, von der Enthaltung von Speise und Trank; Opium und Ruhe sollten genügen, um den Bauchschußverletzten vor dem unglücklichen Ausgang zu bewahren.

Die Gründe für diese Vorschläge wurden bereits eingangs angedeutet. Die meisten Berichtersteller befanden sich in weit rückwärts gelegenen Lazaretten. Diese erreichten die „Darmverletzten“ meist nicht mehr, ausgenommen solche mit Kotfisteln oder Abszessen. Ferner handelte es sich im Gegensatz zu dem Weltkrieg vorwiegend um Verletzungen mit dem Infanteriegeschöß. Schließlich fand (auch zu Beginn des Völkerrkrieges) keine reine Trennung zwischen Darm- und Bauchschuß statt; nur KÜTTNER erwähnte die sog. „Glückschüsse“. Es vermag das Geschöß die Bauchhöhle zu durchsetzen, ohne daß der Magen-Darm-Traktus eröffnet wird. KÖRTE, SCHMIEDEN, PERTHES, HÄRTEL, GRUMMACH, SAUERBRUCH und ENDERLEN wiesen auf diese Möglichkeit hin. Nach BORCHARDT, MOST sind hierfür Schüsse in sagittaler Richtung günstiger als querverlaufende (Infanteriegeschosse, seltener Schrapnellkugeln und Granatsplitter). ALBRECHT beobachtete auf dem italienischen Kriegsschauplatz die Intaktheit des Magen-Darm-Traktus auch bei schrägem Durchschuß. (Kleines Kaliber, große Entfernung?)

Wir führen nur einzelne Zahlen an. Es dreht sich um Fälle, welche durch eine Operation verifiziert wurden.

Tabelle 6.  
„Glückschüsse“.

Autoren	Zahl der operierten Fälle	Davon ohne Befund im Abdomen	Von diesen †
ABADIE . . . . .	?	24	2
ALBRECHT . . . . .	28	8	1
BARUSBY . . . . .	?	7	2
V. BRUNN . . . . .	11	1	0
BARBET und BOUVET . . . . .	?	2	0
ENDERLEN und SAUERBRUCH . . . . .	211	11	0
GATELIER . . . . .	?	2	0
HANUSA . . . . .	8	1	1*)
CLAIRMONT . . . . .	?	4	1
FEDERSCHMIDT . . . . .	116	2	0
KARER . . . . .	45	3	0
LÄWEN . . . . .	54	1	0
LURZ . . . . .	879	35	10**)
MIGINIAC . . . . .	?	8	5
MOLINEUS . . . . .	19	1	0
PROUST . . . . .	?	44	22
SIMONIN . . . . .	?	4	1
WILMANN . . . . .	91	16	?

ALBRECHTS Patient ging an einer anderweitigen Verletzung zugrunde. Wie es sich bei den anderen Autoren verhielt, geht aus den vorliegenden Berichten nicht hervor.

\*) An Gasphlegmone.

\*\*) An interkurrenten Krankheiten und Komplikationen.



Weitere Angaben ohne Aufführung der Zahl der Operationen finden wir bei: KÖRBER (in 12%, die Bauchhöhle zwar durchschlagen, aber nur unter Verletzung des Mesenteriums bzw. Mesokolon), KÖRTE (13mal), BÖHLER (8mal), HAENEL (7mal), HANKEN (4mal). GÜTIG nahm unter mehr als 300 Fällen 3mal eine Perforation an, deren Erscheinungen durch Blutungen (Haematom des Colon ascendens, Netzblutung) vorgetäuscht waren.

Zu Beginn des Krieges mag noch ein Umstand zur günstigen Beurteilung des Ausganges der Bauchschüsse beigetragen haben. Jeder Schuß am Abdomen wurde in diese Rubrik eingereiht und nicht streng unterschieden, ob der Darm verletzt war oder nicht. ENDERLEN schlug zuerst die Trennung der einzelnen Verletzungen vor und grenzte die „Darmschüsse“ scharf ab.

Man vertraute ferner wohl zu sehr auf die Spontanheilung. Es wurde auf die relativ kleinen Darmverletzungen hingewiesen, welche das moderne Infanteriegeschöß verursachen sollte (PAYR). Dem Schleimhautpfropf wurde eine wichtige Rolle zuteil: Verschuß der Perforation, Anlagerung von Netz- oder Darmschlingen, Abschluß; ungünstigeren Falles erwartete man einen abgesackten Kotabszeß mit Durchbruch in den Darm und Spontanheilung oder Perforation nach außen mit Fistelbildung. Das gleiche konnte eintreten, falls der Darm nicht perforiert, sondern infolge der Seitenwirkung des Projektils so schwer in seiner Ernährung geschädigt war, daß sich eine Nekrose der Wand (Verklebung von seiten der Umgebung oder umschriebene abgesackte Abszeßbildung) entwickelte. Auf diese Möglichkeit wiesen DIETRICH, ENDERLEN, KRASKE u. a. hin. KRASKE vermochte die Richtigkeit dieser Annahme durch die Obduktion zu beweisen. Er mußte wegen einer schweren Dünndarmverletzung die Resektion der Schlinge ausführen. Am 9. Tage erlag der Patient einer akut einsetzenden Peritonitis. Die Untersuchung ergab Heilung der Nahtstelle, Gangrän und Perforation an einer entfernten Darmschlinge, deren Wand bei der Operation gequetscht, aber sicher nicht durchtrennt gefunden worden war. KRASKE schreibt: „Wäre die Nekrose weniger ausgedehnt gewesen, so würde sich sehr wahrscheinlich eine Verklebung eingestellt haben, und der Verwundete wäre — mit oder ohne Bildung einer Kotfistel — gesund geworden.“

PEISER beschrieb einen Fall, in welchem die Kotfistel durch eine Lücke im Becken nach außen führte; es trat Heilung ein. Die Kotfisteln, welche sich spontan schlossen, oder eine Operation erforderten, sind ebenfalls ein Beweis dafür, daß nicht jede Darmverletzung tödlich enden muß. Es ist wohl keine Frage, daß die Fistelbildung nicht das Ideal darstellt. Mancher erlag noch dem Versuch ihrer operativen Beseitigung.

Über sichere Spontanheilungen liegen objektive Befunde vor, welche erhoben werden konnten, wenn die Verwundeten außer dem Darmschuß noch andere Verletzungen erlitten hatten, an welchen sie zugrunde gingen (REHN, BÖHLER, SCHMIEDEN, RÖSSLE, COENEN, BORCHARDT, v. BRUNN u. a.). KATZENSTEIN berichtet sogar über die Spontanheilung einer Querverletzung des Dünndarms. Trotzdem möchten wir uns nicht auf die Spontanheilungen, welche COENEN mit 10% einschätzt, verlassen, und sie mit KRASKE als sehr selten einschätzen: „Sicher sind ihre Chancen nicht größer als die beim Lotteriespiel sind, das große Los zu gewinnen.“

Außer der Spontanheilung waren für die Gegner der Operation noch andere Gründe maßgebend. v. ANGERER sprach sich mehrmals entschieden dahin aus, daß die Verletzten zu spät in Lazarette kommen, in welchen auch in technischer Hinsicht die Möglichkeit einer Laparotomie besteht. Seiner Ansicht nach konnte diese nur innerhalb von 6—7 Stunden Aussicht auf Erfolg haben. TILLMANN sah im Osten „bei eifrigen Kollegen, die jeden Bauchschuß operierten“, keine günstigen Erfolge, während wiederum in Fällen, wo zweifellos eine Darmverletzung vorlag, eine Spontanheilung eintrat.

KÖRTE hob hervor, daß in der Behandlung der Schußwunden des Bauches im Kriege auf die Friedenserfahrungen keine Rücksicht genommen werden kann. Die Schwierigkeiten und Hindernisse für eine gute Heilung liegen, außer in den oft schweren

Verletzungen, in der Schwierigkeit der Operation, in dem Zeitverlust und dem Transport. Im Osten waren die Verhältnisse so, daß nicht mit Sicherheit aseptisch operiert werden konnte. Der Hauptverbandsplatz war zur Operation nicht geeignet, die Feldlazarette lagen meist nicht nahe genug an der Gefechtslinie.

Es ist klar, daß diejenigen, welche von der Möglichkeit einer spontanen Heilung der Darmschüsse überzeugt waren, einer konservativen Behandlung das Wort redeten. Die Art und der Ort der Ausführung wurden verschieden festgelegt. So meinte SCHEIBE, daß das mehrtägige Liegen der Verwundeten mit Bauchschuß auf dem Schlachtfelde den Verlauf günstig beeinflusst. DILGER und A. MEYER empfahlen, den Soldaten einzuschärfen, nach einem Bauchschuß ruhig liegenzubleiben, bis sie geholt werden, ferner auf Essen und Trinken vollkommen zu verzichten. HERZFELD wollte ebenfalls die Kranken möglichst lange liegenlassen und nicht vor dem 16. bis 19. Tage transportieren. SEHRT und SUCHANEK sagten: „Lieber unter schlechten Verhältnissen die Kranken ruhig liegenlassen, als mit den besten Transportmitteln zu transportieren.“ (Ähnlich drückt sich KAYSER aus.) v. OETTINGEN war weniger extrem. Er wollte die Verwundeten auf eine Bahre legen und, durch ein Zeltdach geschützt, 4—5 Stunden liegenlassen. Mit A. KÖHLER möchten wir behaupten, daß diese Zeit eine zu kurze ist, als daß damit überhaupt etwas gewonnen werden könnte. Selbst wenn man imstande wäre, die Leute 4—5 Tage lang so liegenzulassen, wäre ihre Beobachtung einfach unmöglich. Wir müssen es für ein Unding halten, auf den sofortigen Abtransport zu verzichten; nach 5 Stunden sind die Chancen nur schlechter, abgesehen davon, daß der Patient in der Zwischenzeit bei exponierter Lage noch einmal oder mehrere Male getroffen werden kann. Das mehrtägige Liegenlassen ist bei der modernen Kriegsführung auch im Sommer unmöglich. Der Ratschlag von DILGER und MEYER, nach erhaltenem Schusse liegenzubleiben, erledigt sich bei schweren Verwundungen von selbst; im anderen Falle wird der Mann versuchen, so rasch wie möglich aus der Gefahr zu kommen. Die Enthaltsamkeit von Speise und Trank, namentlich von letzterem, wird er nur üben, wenn er nichts bekommen kann. Mit dieser Bemerkung haben wir Einzelheiten der übrigen konservativen Behandlung schon gestreift. KÖRTE war kein Gegner des Transportes; er wollte nur die Verwundeten dort, wo sie aufgenommen waren, 8—14 Tage liegenlassen, um sie dann in die Feldlazarette zu verbringen, mit weiterer Ruhe von 8 Tagen. Außer der Ruhe kann in diesen noch totale Abstinenz und Opium in Betracht kommen. PFISTER empfahl, von diesem große Dosen von 200—250 Tropfen pro Tag zu verabreichen. Mit klinischen Erfolgen konnte er allerdings auf dem Kriegschirurgenkongreß in Brüssel 1915 nicht aufwarten. ALBRECHT ist ein Gegner der Opiumbehandlung. „Infolge der Darmlähmung, welche durch das Opium erzeugt wird, tritt Blähung des Darmes ein, die Schußöffnungen werden größer und dadurch die Heilungsbedingungen verschlechtert.“ Er will den Darm zur Kontakktion bringen, indem er das Kolon durch tägliche mehrmalige kleine Klistiere entleert.

Der Darmlähmung infolge der Peritonitis dürfte er damit auch nicht erfolgreich entgegentreten können. In nichtoperablen Fällen gaben wir Opium ohne sichtbaren Erfolg.

Die Grausamkeit des Durstenlassens — ohne den gewünschten Erfolg — wird Beobachtern, die einigermaßen sehen wollten, nicht entgangen sein.

TARA wollte bei unzulässigem operativen Eingriff die Lokalreaktion der Bauchfellentzündung möglichst befördern. Dazu verwandte er Phagozytininjektionen (Natrium nucleinicum), intravenöse Kochsalzinfusionen, Reibung der Bauchdecken mit Terpentinöl, Senfpflaster, Alkoholumschläge; daneben reichliche Gaben von Morphinum und Strophantin. GRÄFENBERG meint, daß die Verwundeten, welche bei der Operation ausgedehnte Fibrinauflagerungen der Darmschlinge aufweisen, eine bessere Aussicht haben als diejenigen, bei welchen diese Reaktion des Bauchfells fehlt. Er macht den Vorschlag, Fibrinaufschwemmungen (BERGEL) in die Bauchhöhle einzugießen.



Gehen wir zu den Resultaten der rein konservativen Behandlung über. GLASS, ein Arzt, beschrieb den Verlauf seines eigenen Bauchschusses (Magenschuß). Die Verhältnisse waren günstig. Er wurde 6 Stunden nach der Mahlzeit auf etwa 1000 m Entfernung getroffen. Das einzige Symptom, welches für eine Magenverletzung sprechen konnte, war eine geringe Menge von Blut im Stuhl. Außer leichterem Erbrechen (ohne blutige Beimischung!) fehlte jegliches abdominelle Symptom. Wir möchten glauben, daß es sich nur um eine Kontusion der Magenwand handelte, müssen aber zugeben, daß auch eine Perforation der Kardiagegend vorgelegen haben kann; denn hier vermißten wir in einigen Fällen den Schleimhautvorfall und sahen nur eine schlitzförmige Öffnung (bei leerem Magen, was bei GLASS zutraf).

Tabelle 7.

## Konservative Behandlung.

Autor	Anzahl der Fälle	Tote	% Mort.	Autor	Anzahl der Fälle	Tote	% Mort.
ALBRECHT . . . . .	178	—	30	JACOBS . . . . .	346	305	88
	56	3	5,3	KARER . . . . .	24	14	58,7
	39	11	28,2	KÖRBER . . . . .	—	—	92
BARBET et BOUVET .	11	10	91	KÖRTE . . . . .	312	215	69
BEHR . . . . .	60	59	98	LÄWEN . . . . .	21	20	95,2
BOIT . . . . .	50	42	84	LURZ . . . . .	103	101	98
„ Magenverletzung	30	19	63	MIGINIAC . . . . .	3	3	100
V. BRUNN . . . . .	42	21	50	PERTHES . . . . .	—	—	60
CADENOT . . . . .	—	—	33	PROUST . . . . .	33	33	100
CHAVANAZ . . . . .	—	—	58	REHN . . . . .	—	—	30
CHEVASSU . . . . .	—	—	18	ROCHARD . . . . .	322	277	86
DUPONT, DELORE u. a.	—	—	100	ROTTER . . . . .	27	20	77
FRIEDRICH . . . . .	30	30	100	ROUVILOIS . . . . .	116	116	100
GABELIER . . . . .	12	12	100	QUÉNU . . . . .	300	227	76
GAUDIER . . . . .	75	72	96	SAUERBRUCH . . . . .	52	49	94
GROSS u. WEISS (Fr.)	—	—	86	SCHMIEDEN . . . . .	94	72	76,5
GÜTIG . . . . .	104	6	5,7	SCHUBERT . . . . .	—	—	100
HAENEL . . . . .	—	—	100	SENCERT . . . . .	—	—	77
HAGA . . . . .	—	—	von 70 auf 50	SIMONIN . . . . .	17	16	94
HANKEN . . . . .	41	36	88	STRAUSS . . . . .	54	52	96
HEYROWSKY . . . . .	139	102	74	WALLACE . . . . .	—	—	80
				WILDEGANS . . . . .	—	—	47,1

ALBRECHT schied moribunde Fälle aus. Auf die besonderen Verhältnisse auf dem italienischen Kriegsschauplatze, wo er tätig war, wurde früher hingewiesen. Auf eine Zusammenfassung verzichten wir, da die Zahlen zwischen 5 und 100% schwanken.

Wie unsicher der Ausgang nach der konservativen Behandlung sein kann, demonstrierte ALBRECHT auf der zweiten Kriegschirurgentagung in Berlin im Jahre 1916: Geheilter Einschuß in der vorderen Magenwand, in der hinteren Magenwand ein kreisrunder Ausschuß. Aus der Wand des Ausschusses trat nach bestem Wohlbefinden am 22. Tage nach der Verletzung eine tödliche Blutung ein. Ein von uns konservativ behandelter (die Darmverletzung war nicht diagnostiziert!) und „geheilt“ abtransportierter Patient ging in der Heimat 2 Monate nach der Verletzung an einem perforierten Abszeß zugrunde. Diese Beispiele ließen sich leicht vermehren.

Nicht allzuseiten ist in den Berichten über die konservative Behandlung verzeichnet, daß Abszeßinzisionen notwendig waren oder daß Kotfisteln auftraten. Darüber geben GÜTIG, ALBRECHT, HEYROWSKY, WILDEGANS, HOYWARD (Leberabszeß u. a.) Aufschluß. KLIM erwähnte summarisch, daß er eine Reihe schwerer Kotfisteln sah, die unter geeigneter Behandlung (Reinlichkeit, Sonnenbestrahlung,

Diät) fast alle zur Ausheilung kamen. Auf anderweitige Komplikationen: subphrenischen Abszeß, Empyem u. a. wollen wir an dieser Stelle nicht eingehen.

BÖHLER berichtet von einem Darmschuß mit sechs Perforationen. Der Mann war weit gegangen und hatte sehr viel getrunken. Erst nach fünf Tagen kam es ohne besondere Ursache im Schlafe zum Durchbruch. 14 Stunden nach diesem erfolgte die Operation mit günstigem Ausgang. Auf die sekundären Perforationen des kontundierten Darmes wiesen MOST VEIT, HAENEL hin. Sie leiten zum Kapitel der stumpfen Bauchverletzungen über.

KELLING hielt die übliche konservative Behandlung nicht für ausreichend, zumal der schädliche Einfluß des etwaigen Transportes durch sie nicht beseitigt wird. Er wollte möglichst bald einen energisch komprimierenden Verband um das Abdomen anlegen. Auf Grund von Versuchen an Kaninchen sagt er: „Der Verband wirkt dem Austreten des Darminhaltes entgegen, indem er die Verschieblichkeit der Bauchorgane aufhebt. Der Druck begünstigt ferner die gegenseitige Verwachsung der infizierten Peritonealflächen, wirkt der Blutung entgegen und begünstigt die Verwachsung; sie vermag die Peritonitis zu lokalisieren.“ Eigene Erfahrungen besitzen wir nicht.

Die folgenden Vorschläge stellen einen Übergang von der konservativen zur rein operativen Behandlung dar. Der Amerikaner FRANK empfahl kurz vor Ausbruch des Krieges, die Schußwunde auf dem Schlachtfeld etwas zu erweitern und zwischen den Fingern einen dochtartig gerollten Mullbausch in die Bauchhöhle einzuführen. Die Anregung, unter Lokalanästhesie eine kleine suprasymphysäre Laparotomie anzulegen und ein fingerdickes Dränrohr in die Tiefe des kleinen Beckens einzuführen, mit folgender FOWLERScher Lagerung, stammt von MURPHY und PAYR. Ob irgendein ausgedehnter Gebrauch von beiden Methoden gemacht wurde, entzieht sich unserer Kenntnis. Die Franzosen standen der MURPHYSchen Operation fast durchweg ablehnend gegenüber. ABADIE meint, daß nur der Name chirurgisch sei. Das gleiche ist der Fall bei der WILMSSchen Empfehlung, nur durch die vordere Mastdarmwandung zu drainieren; alle drei Vorschläge basierten auf der Annahme der relativen Gutartigkeit der Darmschüsse, des Schutzes des Schleimhautpfropfens und der raschen Verklebung; letztere sollte höchstens kleine unscheinbare Abszesse zustande kommen lassen.

#### b) Konservative Behandlung.

Die Umstände (übergroßer Zustrom, absolut ungeeignete Räume, allzu schwerer Zustand) können auch den eifrigen Anhänger der Operation zur chirurgischen Enthaltsamkeit zwingen. Die einzuhaltenden Maßregeln sind dann folgende: FOWLERSche Lage, absolute Ruhigstellung, Enthaltung von Speise und Trank, rektaler Tröpfchen-einlauf, Opium, Morphinum und Kampfer.

Das Liegen mit tiefgestelltem Becken soll den Patienten nicht beengen, er soll ferner nicht auf der schiefen Ebene herunterrutschen und zusammenknicken. Ein Keilkissen unter die Knie und ein Widerstand zum Anstemmen der Füße sind von Nutzen. Liegt der Verwundete bequem, ist er allen Eingriffen beim Verbandwechsel und der übrigen Pflege gut zugänglich, dann ist auch das Postulat nach absoluter Ruhe erfüllt. Die Ruhe auch in der Umgebung bleibt freilich meist ein frommer Wunsch.

Unter der vollkommenen Diät leiden die Patienten enorm. Der rasende Durst, die Trockenheit des Mundes quält sie. Wir erlaubten deshalb stündlich einen Kaffee-löffel Flüssigkeit; je nach Wunsch Kaffee, Tee, Wasser, warm oder kalt. Ein angefeuchtetes Gazestückchen, auf die Lippen gelegt, ist ebenfalls vorteilhaft. Spülen des Mundes ist von Erleichterung begleitet; vielfach wird natürlich die Spülflüssigkeit geschluckt. (FRANKE trat einmal dafür ein, Peritonitiskranke nach Belieben trinken zu lassen. Das folgende Erbrechen hebt das vorübergehende Wohlbehagen wieder auf, außer man spült den Magen bald nach dem Trinken wieder aus.) Wir reichten nie Eisstückchen zum Zergehenlassen im Munde; der Nutzen ist mehr als problematisch.



Wer auf langen, weiten Gletschertouren den Versuch machte, den Durst mit Schnee oder Eisstückchen zu stillen, wird uns recht geben.

Die Flüssigkeitszufuhr ist ferner möglich auf dem Wege der intravenösen Kochsalzinfusion und des rektalen Tröpfcheneinlaufes. Wir ließen mit letzterem etwa 3 mal am Tage 1—1½ l einfließen. Von den großen Flüssigkeitsmengen (15—20 l), die ABADIE diskutiert, nahmen wir Abstand; man muß froh sein, wenn die früher genannten Quantitäten zurückbehalten und ausgenützt werden. Wenn der Patient die ersten 4—5 Tage überstanden hat, ist eine steigende Zufuhr vom Munde das Gegebene.

Bei Erbrechen schafft eine Ausheberung bzw. Spülung des Magens zum mindesten eine vorübergehende Erleichterung.

In der Verabreichung von Morphin waren wir stets sehr freigebig, namentlich in den desolaten Fällen. Auf Anregung von ASCHOFF gaben wir auch große Dosen Opium. Wenn wir mit diesem keinen durchschlagenden Erfolg zu verzeichnen haben, so liegt es wohl daran, daß wir die Indikation zur Operation sehr weit steckten und nur inoperable Fälle damit behandelten.

Ferner ist noch die Injektion von Kampferöl zu erwähnen neben den Zusätzen von Adrenalin, Digalen usw. zu den intravenösen Infusionen. Bei den letzteren weist eine rasch vorübergehende Wirkung auf die Aussichtslosigkeit des Falles hin. Im Stellungskriege wäre manchmal die Gelegenheit gegeben gewesen, eine Eisblase aufzulegen. Wir machten nie von ihr Gebrauch; an ihre Stelle trat — wenn möglich — der Heißluftkasten (Glühlampen oder Gasheizung), oder der heiße Umschlag. Ihr Nutzen ist aus der Friedenspraxis zur Genüge bekannt.

#### **Verlauf der konservativen Behandlung.**

Hat der Patient, wie KRASKE sich ausdrückt, das große Los gezogen, so schwinden mehr oder weniger rasch die Zeichen der peritonealen Entzündung, der Puls bessert sich, die Peristaltik kommt in Gang, und die Wiederherstellung tritt ohne weitere Störung ein.

Andernfalls entwickelt sich das bekannte Bild der schweren Peritonitis unaufhaltsam weiter, bis der Tod am 2. oder 3. Tage, manchmal auch später, dem Leiden ein Ende setzt.

Die dritte Kategorie ist diejenige der Enttäuschung. Der Zustand des Kranken ist wechselnd, bessere Perioden lösen schlechtere ab. Die ersteren können überwiegen, man glaubt, auf Heilung hoffen zu dürfen, bis sich wieder eine Verschlimmerung einstellt (schlechter Puls, Temperatursteigerung, kostale Atmung, Erbrechen, Facies abdominalis, Schmerzen). Manchmal liegt die Schuld am Patienten (Aufstehen, bruske Bewegung, Diätfehler), oder am früh einsetzenden Abtransport; manchmal ist keine Ursache dafür aufzudecken. Es kann sich um die Bildung eines Abszesses (Becken, zwischen den Darmschlingen, seitlich in den Flanken, subphrenisch) handeln, das günstigere Ereignis, oder um den Durchbruch eines latenten Herdes in die noch freie Bauchhöhle. Auf die erstere kann außer den erwähnten Symptomen die vermehrte Leukozytenzahl hinweisen; die Lokalisation kann im Subphrenium, Douglas, in der Lendengegend leicht sein; mancher Abszeß entgeht aber auch dem aufmerksamen Untersucher. Auch muß man die Pleuraräume berücksichtigen, um vor unangenehmen Überraschungen geschützt zu sein. Auf die Spontandurchbrüche, sei es nach innen in den Darm, sei es nach außen auf die Körperoberfläche, wird sich wohl kein Chirurg verlassen wollen. Nach der Konstatierung ist die Inzision des Abszesses oder der Eiterherde das gegebene Verfahren; sie vermag Eiter allein oder kotig-eitrigen Inhalt zu entleeren. Im letzteren Falle kann sich eine Kotfistel etablieren oder auch mehrere, deren Beseitigung zuweilen große Schwierigkeiten verursacht und eingreifende Operationen erfordert. Diese können vergeblich sein, dann und wann auch den Tod bedingen.

Außer den Abszessen droht sowohl in der ersten Zeit als auch später der Darmverschluß. Die zur Heilung notwendigen Verklebungen vermögen eine Knickung des Darmes herbeizuführen; weichen breite Adhäsionen später schmälere Strängen, so sind diese in der Lage, in der verschiedenen Art und Weise die Kotpassage aufzuheben.

Therapeutisch kommen in Betracht: die Lösung der verklebten und geknickten Schlingen. Viel Gutes wird man bei ihrer Ausführung nicht sehen. Es besteht immerhin die Gefahr, bei festeren Verklebungen den Darm zu eröffnen; ferner sind die freigelegten, mehr oder weniger großen Wundflächen nur allzu geneigt und geeignet, neue Verwachsungen einzugehen. Wir bevorzugen die Enteroanastomose zwischen der geblähten und leeren Schlinge. Die Kotfistel legen wir nur dann an, wenn der Patient zur Anastomose zu elend ist. Bei Gangrän infolge von Abschnürung oder Volvulus hat die Resektion, in ganz ungünstigen Fällen die Vorlagerung, zu erfolgen.

Bei spontan geheilten Schußverletzungen der Oberbauchgegend ist noch mit den Zwerchfellhernien zu rechnen, und zwar mehr als bei den operierten. Absichtlich wird wohl kein Operateur die Öffnung im Diaphragma unverschlossen lassen. Die Literatur ist bereits reich an Mitteilungen über operierte Fälle, reich auch an Sektionsbefunden der verkannten eingeklemmten Zwerchfellhernien.

Es scheint uns noch der konservativ behandelte Steckschuß erwähnenswert. Das Geschoß kann ja auch bei operativem Vorgehen zurückgelassen werden, sei es, daß man mangels eines Röntgenapparates es nicht lokalisieren konnte, sei es, daß der Zustand des Verwundeten ein längeres Suchen verbot. Das Geschoß, welches keine Störungen verursacht, läßt man am besten in Ruhe, bedingt es einen Abszeß, so ist dieser nach genauer Lokalisation zu eröffnen und der Fremdkörper zu entfernen. Das in Netz eingehüllte Geschoß ist, falls Adhäsionen fehlen, mit diesem beweglich. Die Entfernung des Projektils verlangt, wenn sie schonend und mit Hilfe eines kleinen Schnittes ausgeführt werden soll, die Anwendung des Trochoskops. Auf die Wanderung oder den Lagewechsel des Geschosses in Abszessen näher einzugehen, erübrigt sich.

### c) Operative Behandlung.

#### Indikation zur Operation.

Wir möchten den allgemein gehaltenen Satz voranstellen, daß die Indikation zur Operation gegeben ist, wenn die Diagnose der Darmverletzung gefestigt oder wenn sie mit einiger Sicherheit zu stellen ist. Man wird den Eingriff ausführen, falls Zeit und Umstände ihn erlauben.

Gewisse Forderungen müssen erfüllt sein:

1. Die Operation soll innerhalb der ersten 12 Stunden vorgenommen werden, ohne daß man sich sklavisch an diese Zeit bindet; CUIBERT und WALLACE setzen als äußerste Grenze 24 Stunden.

2. Der Allgemeinzustand des Verletzten muß danach sein, daß er den Anforderungen, welche der Eingriff an ihn stellt, auch gewachsen ist.

3. Es muß genügend Zeit gegeben sein und eine einigermaßen den Anforderungen der Reinlichkeit entsprechende Operationsstätte\*).

4. Der Eingriff soll von geübter Hand ausgeführt werden (KÖRTE, LEXER, ROTTER, SCHMIEDEN, ENDERLEN, SAUERBRUCH u. a.).

Zur ersten Anforderung wurde bereits bemerkt, daß man sich nicht streng an das Schema zu halten braucht. REHN operierte Bauchschüsse noch nach 33 Stunden mit Erfolg. Wohl kein geübter Chirurg wird eine aussichtsvolle Operation ablehnen, nur weil mehr als 12 Stunden seit der Verletzung verstrichen sind; er wird sie andererseits nach 2 Stunden nicht mehr angehen, falls der Patient infolge zu starker Verwüstung der Bauchhöhle zu elend ist. Nach unseren Erfahrungen sind die aussichts-

\*) GRÄFENBERG will die letzten Erinnerungsreste an die aseptischen Operationszimmer der Friedensjahre über Bord werfen.

losen Fälle durchaus nicht immer bei der Aufnahme zu erkennen. Wir mußten bei 2 und 3 Stunden alten Verletzungen, obwohl die Träger bei gutem Puls ein durchaus günstiges Aussehen boten, einige Male den absolut aussichtslosen Eingriff abbrechen. Das Temperament des Operierenden wird immer eine Rolle spielen.

Für DILGER und MEYER war die Anzeige der operativen Behandlung gegeben, wenn die Entfernung, aus welcher der Schuß erfolgte, geringer war als 400 m und wenn die Verletzung nicht tangential war. — Dies sei nur der Vollständigkeit halber angeführt.

#### **Gegenindikationen der Operation.**

Man wird den Eingriff unterlassen, wenn der zur Verfügung stehende Raum auch den bescheidensten Ansprüchen für eine Bauchoperation nicht genügt. Hier spielt auch die Temperatur eine Rolle. Sind die Verwundeten zur kalten Jahreszeit etwa in einer ungeheizten Kirche untergebracht, so wird man die Baueingeweide der unvermeidlichen Abkühlung nicht aussetzen. Über ein anderes Operationshindernis berichteten KÖRTE und v. BRUNS: „Hier in Polen wäre es bei den Fliegenschwärmen einfach unmöglich. Die Tiere sitzen überall auf den Wunden, in den Desinfektionsflüssigkeiten, im Spiritus, in der Kochsalzflüssigkeit, überall schwimmen Fliegenleichen; sterile Gaze ist ihr Lieblingssitz, Jodoformgaze ist ihnen auch recht, den schwitzenden Chirurgen sitzen sie überall auf, wo sie ankommen können.“ Die Gegenanzeige von FRIEDRICH: Schuß im Epigastrium, vermögen wir nicht anzuerkennen.

Vielfach wurde der große Andrang der Verwundeten als Gegenanzeige aufgestellt. Es werde infolge lang dauernder Operation, die nebenbei unsicher im Erfolge sei, anderen Verletzten die Hilfe entzogen. Zu gewissen Zeiten und unter Umständen mag dies richtig sein. Eine gute Disposition bei der Verteilung vermag aber viel zu leisten\*).

BURCKHARDT und LANDOIS geben sogar an, daß sie zu Zeiten des größten Zuganges die besten Resultate hatten, weil sie nur die aussichtsreicheren Fälle der Operation zuführten.

Der Schock ist manchmal eine temporäre Gegenanzeige, er kann (muß aber nicht) schwinden.

Wenn ein ungünstiger Allgemeinzustand besteht: kleiner, frequenter Puls (BUSALLA nimmt 120 Schläge als äußerste Grenze an), leicht zyanotisches Aussehen, Schweißausbruch, Unruhe, unstillbares Erbrechen, etwa noch die ominöse Euphorie, dann wird man sich unschwer zur Ablehnung jeglichen Eingriffes entschließen. Bald nach der Schußverletzung können, wie erwähnt, die ominösen Symptome fehlen, obwohl so schwere Verletzungen vorliegen, daß unsere Therapie machtlos ist.

Es ist der Vorwurf erhoben worden, daß, wenn unter diesen Umständen eingegriffen und die Operation unerledigt abgebrochen oder aussichtslos durchgeführt wird, eine Beschleunigung des Endes herbeigeführt werde. Der Vorwurf mag vom rein ärztlichen Standpunkte aus gerechtfertigt sein; ob das volle Auskosten der Peritonitis für den Patienten einen Gewinn bedeutet, möchten wir dahingestellt sein lassen.

Wichtiger ist es, von einem Eingriffe abzustehen, wenn das Projektil, sei es nun Steck- oder Durchschuß, den Magen-Darm-Traktus nicht verletzt hat. Wenn jegliche „peritonealen Symptome“ fehlen, wird die Abstinenz nicht schwierig sein; anders, wenn ein Bluterguß intra- oder retroperitoneal diese bedingt. Unter diesen

---

\*) Verfasser war in günstiger Lage, dank dem Entgegenkommen von Herrn Obergeneralarzt EYERICH und dem Generalstabschef, Herrn Oberstleutnant KAISER. Er hatte den Assistenten der chirurgischen Klinik Würzburg, Herrn Oberarzt WEINZIERL, und den Oberwärter der Klinik zur Unterstützung. Auf diese Weise wurde dem Personal nur der Narkotisierende entzogen und der Betrieb wickelte sich ohne Störung des Ganzen ab.



Verhältnissen operierten wir einige Male (vgl. Tabelle) und haben den oft erwähnten Schaden der Probelaparotomie nicht angerichtet.

Schließlich kann die strategische Lage zur Abstinenz zwingen, häufiger im Bewegungs- als im Stellungskriege.

#### Unmöglichkeit der Operation.

Jedem, der eine größere Anzahl von Darmschüssen operiert hat, wird es vorgekommen sein, daß er auf Verhältnisse traf, welche eine Operation aussichtslos machten und technisch unausführbar gestalteten. Es hängt dabei natürlich von dem einzelnen ab, was er für durchführbar, was er für unmöglich hält; aber auch für denjenigen, welcher die Grenzen möglichst weit steckt, wird dennoch gelegentlich Unüberwindliches vorliegen. Unter solchen Umständen bleibt nichts anderes übrig, als die Bauchhöhle wieder zu schließen und es bei der Probelaparotomie bewenden zu lassen. Für diese trat auch KAUSCH ein. Der Akt ist deprimierend, läßt sich aber manchmal nicht umgehen. Es kommen dabei weniger die Spätfälle in Betracht — für diese gewinnt man bald die nötige Einschätzung — als die früh eingelieferten mit relativ gutem Allgemeinbefinden. FEHLING gab seiner Verwunderung Ausdruck, daß nicht regelmäßig auch in den scheinbar verlorenen Fällen Drainage angewendet wird (PAYR, SCHMIEDEN). Wir vermögen uns nicht vorzustellen, was die Drainage nützen soll, wenn der Darm an mehreren Stellen eröffnet oder durchrisen ist und wir die Quelle der Peritonitis nicht verstopfen können. FEHLING hat in seinem Wirkungskreise in Straßburg derart schwere Fälle überhaupt nicht in die Hand bekommen. Die Opiumbehandlung, welche er nebenbei noch vorschlägt, war in unseren Fällen ohne jeglichen Effekt. Wir gaben reichlich Morphinum, außerdem sahen wir von der totalen Abstinenz ab und erlaubten das Trinken in bescheidenem Maße, nachdem der Kranke auf das Erbrechen aufmerksam gemacht war. So hatten die Todeskandidaten wenigstens einen vorübergehenden Genuß.

### F. Operative Behandlung.

#### a) Frühfälle von Magen-, Dünn- und Dickdarmverletzungen.

##### Wahl des Ortes der Operation.

Über die Stätte, an welcher operiert werden soll, herrschte, soweit unsere Kenntnis reicht, bis zum Ende des Krieges keine Einigkeit.

SCHUBERT erwähnte einmal, daß er einen Operationswagen konstruierte, um in ihm auch im Bewegungskriege Laparotomien ausführen zu können. Wir verstehen die Ablehnung, welche er und seine Nachfolger (MARCILLE, ABADIE) gefunden haben, und treten nicht weiter in Diskussion darüber ein\*).

SCHMIEDEN, STRAUSS u. a. waren für weit vorgeschobene Laparotomieunterstände, welche für die Verwundeten möglichst rasch erreichbar sein sollten. DANIELSEN verwirklichte den Plan (im Stellungskrieg). Von den Japanern waren seinerzeit vor Port Arthur Laparotomiestellen eingerichtet, aber bald wieder aufgegeben worden. Mit HAENEL möchten wir uns dahin aussprechen, daß besondere Laparotomieunterstände weder nötig noch ratsam sind (vgl. DANIELSENS Schicksal). In der mehr oder weniger exponierten Lage fehlt den Operierten das, was sie am nötigsten bedürfen, die Ruhe. Wenn die Stellung aufgegeben werden muß, bleibt nur übrig, sie zurück-

\*) Nach GUILDAL, ABADIE, DELORME u. a. verfügten die Franzosen über „fliegende Laparotomieambulanz“, die in 11 Automobilen mit 15 Ärzten bestanden; sie konnten innerhalb zweier Stunden Baracken und alles Notwendige errichten. So hatten sie die Gelegenheit, die Verletzten unter Umständen schon 20 Minuten nach der Verwundung in ihre Hände zu bekommen. Die Engländer machten von den vorgeschobenen Lazaretten für Darmverletzte nur vorübergehend Gebrauch; dann transportierten sie den Bauchverletzten lieber einige Kilometer weiter, um ihm ein einigermaßen sicheres, dauerndes Asyl bieten zu können. Den Zeitverlust bedingte mehr das Liegen bis zur Möglichkeit des Abtransportes als dieser selbst.

zulassen oder sie unter großen Gefahren abzutransportieren (Risiko, neuerdings getroffen zu werden und Schädigung durch den Transport).

Den Schaden, welchen ein rascher Abtransport den Operierten bringen kann, konnten wir zu unserem Leidwesen selbst konstatieren; viere von den Darmverletzten, welche nach unserem Ermessen schon über dem Berge waren (8 und 10 Tage alt) wurde er zum Verhängnis.

Eine Anzahl von Chirurgen trat dafür ein, auf dem Hauptverbandplatze die Versorgung des Darmverletzten vorzunehmen (STRAUSS, FLÖRCKEN, BRAUN u. a.). Für sie war der kürzere Transport maßgebend. Es ist nicht unsere Aufgabe, diesen ausführlich zu erörtern; dies geschieht an anderer Stelle. Wir möchten nach unseren Eindrücken im Westen nur sagen, daß es bei dem Transport auf einige Kilometer mehr oder weniger nicht ankommt, wenn nur der Patient darauf eine ruhige und einigermaßen stabile Unterkunft erreicht. Wir geben zu, daß es sich im Osten nicht nur um einige Kilometer Distanz vom Hauptverbandplatz und Feldlazarett handelte. Unter solchen Umständen bleibt nur der Hauptverbandplatz als Stätte der Operation übrig, falls er überhaupt dazu geeignet ist. Mit Recht schreibt ALBRECHT: „Die ganze Frage der Operabilität der Bauchschnitte ist meist nur eine Frage des Transportes, der Terrain- und Gefechtsverhältnisse.“ In Frankreich waren unsere Feldlazarette einige Male nur durch die Straße vom Hauptverbandplatz getrennt. Wir bekamen deshalb die Verletzten frühzeitig, ähnlich wie HAENEL und LÄWEN. In dem Feldlazarett, welches wir für die in den meisten Fällen geeignete Stelle halten, kann sowohl eine einheitliche Therapie als auch eine konforme Nachbehandlung stattfinden. Die Ruhe (soweit diese der Krieg überhaupt gestattet) ist hier eher gewahrt als weiter vorn; es ist ferner möglich, die Operierten hier so lange Zeit liegen zu lassen, bis ihnen der Abtransport nicht mehr schaden kann. Wir geben zu, daß vielleicht einige unter dem späteren Eintreffen (Blutung) zu leiden haben; das ist der Krieg.

Die Franzosen mit ihren vorgeschobenen Posten sahen den 6. bis 15. Tag nach der Operation als die kritischste Zeit für den Abtransport an. (Nachgeben der Naht. Fistelbildung.) Die Operierten wurden deshalb innerhalb der ersten 4 Tage von den vorgeschobenen Posten aus in rückwärts gelegene Lazarette verbracht; auch hier war ihres Bleibens nicht lange, sie mußten wieder wandern. Ob das oftmalige Ein- und Ausladen, die öftere Bahnfahrt zuträglich war, möchten wir nach dem, was wir gesehen haben, bezweifeln.

#### Beleuchtung.

In den Feldlazaretten wird vielfach elektrisches Licht zur Verfügung stehen; wenn man Hängelampen noch durch einen mit der Hand dirigierten Reflektor ergänzen kann, wird die erzielte Helle auch für die Tiefe der Bauchhöhle genügen.

Weniger günstig — auch für die Narkose — ist Gasbeleuchtung. Diese kann durch Azetylenhandlampen verbessert werden (GRÄFENBERG), allerdings nur in Hinsicht auf das Licht. Mißlich ist es, wenn man etwa im Bewegungskriege zu Petroleumlampen oder Kerzen greifen muß.

HÄRTEL fand den großen Beleuchtungskasten der Sanitätskompagnie ausreichend. Um die Wirkung der horizontal strahlenden Patrouillenlampe zu verbessern, konstruierte er eine indirekte Beleuchtung, indem er einen großen Wandspiegel in 45° Neigung mitten an der Decke beweglich aufhing, welcher das Licht der gegenüber an der Wand hängenden Lampe in einem Zerstreungskreis von etwa  $\frac{3}{4}$  m Durchmesser in das Operationsfeld warf. Eine zweite Lampe diente für seitliche Beleuchtung.

Spiritushängelampen sind ebenfalls brauchbar.

Auf jeden Fall empfiehlt es sich, eine Reservebeleuchtung zur Hand zu haben, sowohl Gas als auch elektrische Beleuchtung können plötzlich versagen.

#### Vorbereitung der Operation.

Wir glauben, in diesen Blättern auf die allgemeine Vorbereitung des Instrumentariums, der Verbandstoffe usw. nicht eingehen zu müssen, und beschäftigen uns lediglich mit dem Patienten. Oben wurde erwähnt, daß der Eingriff so früh als möglich

erfolgen soll, wir möchten hinzufügen: und sobald es sein Zustand erlaubt. Dieser kann infolge des Liegens bei Kälte, des Transportes und des Blutverlustes so schwer geschädigt sein, daß er keinem weiteren Trauma gewachsen ist. Hier handelt es sich zunächst um die Hebung des Allgemeinbefindens. Vor allem sucht man dem Verwundeten Wärme zuzuführen, was im Feldlazarett zumeist möglich ist; das Fußende des Bettes wird erhöht. Des weiteren kommt die Sorge um die Herzkraft in Frage: Kampfer, Digalen, Kochsalzinfusion mit Adrenalin. Um eine Überlastung des Herzens zu vermeiden, läßt man nicht mehr als 1 l einfließen. Ist die Wirkung nur momentan, wie ein Peitschenhieb, so wird das Schicksal auch trotz der Operation seinen Lauf nehmen.

BUSCH empfiehlt zur Bekämpfung des Schock wärmstens die tröpfchenweise intravenöse Kochsalzinfusion. Eine mit leicht kolbigem Ende versehene Glaskanüle wird in eine Armvene eingebunden. Durch eine zwischengeschaltete Martinsche Glaskugel ist die mit Hilfe eines Quetschhahnes gut zu regulierende Tropfenzahl sichtbar gemacht. Im Anfang läßt man etwa 150, später nur 100—40 Tropfen in der Minute einfließen. Man kann bequem Koffein, Digalen oder Suprarenin zusetzen.

Bei reichlichem Erbrechen oder wenn die Nahrungsaufnahme kurz vor dem Schusse stattfand, war eine vorsichtige Ausheberung des Magens von Nutzen. Auf eine Spülung haben wir stets verzichtet. Wenn die Entleerung der Blase (wie vorgeschlagen) bei der Untersuchung erfolgte, so ist auf dieses Organ weiter keine Rücksicht zu nehmen.

LÄWEN empfahl, die oberen Partien der Oberschenkel mit Gummibinden zu umschnüren, um bei einem etwa vorhandenen Hämatom, aus dem Gebiete der Vena cava (Vena renalis) oder cava selbst, welches inzidiert werden muß, die Blutung eher beherrschen zu können.

Nach Ablauf von 1—2 Stunden erlebt man öfter die Freude, daß man mit einiger Zuversicht zum Messer greifen kann. Es empfiehlt sich, nicht länger zu warten, das hieße (KOCHER) auf Leichen warten. Vor Enttäuschungen sind wir natürlich auch dann nicht gefeit, und es muß manchmal bei der deprimierenden Probelaaparotomie bleiben.

Die Verabreichung von Morphinum erübrigt sich. Einerseits wollen wir uns das abdominelle Bild nicht stören, andererseits steht der Verletzte zumeist genügend unter Morphinum von den durchlaufenen Sanitätsformationen her.

Die Vorbereitung des Operationsfeldes bestand im Rasieren, Abreiben mit Benzin, Jodanstrich und Abdecken (Tücher oder Kompressen, je nach dem vorhandenen Material).

#### Anästhesie.

Während der ersten Wochen des Feldzuges\*) stand uns als Betäubungsmittel leider nur das Chloroform zur Verfügung. Das „leider“ enthebt uns weiteren Erörterungen. Als Äther zu bekommen war, fand dieser ausschließlich Verwendung. Wir hatten keine Veranlassung, von ihm abzugehen, auch dann nicht, als sich die Bronchitiden, mit welchen die Leute hereinkamen, häuften. LÄWEN, SCHÖNE u. a. verwandten in den meisten Fällen eine Kombination von Lokalanästhesie und Morphinumchloroformäthernarkose. Es fehlt nicht an Mitteilungen, namentlich aus der zweiten Hälfte des Krieges, in welchen die lokale, lumbale, paravertebrale Anästhesie empfohlen wurde (FRANZ u. a.). Für die Eventration der Darmschlingen und deren Reposition konnte der Äther doch nicht entbehrt werden. Die Anästhesie des Splanchnikusgebietes (ventral BIRCHER, BRAUN; dorsal KAPPIS u. a.) kam unseres Wissens im Kriege nicht zur Ausführung; zur Zeit hat sie die anderen Methoden überholt.

\*) Wir operierten Darmschüsse konsequent von der ersten Gelegenheit an.



Die Entscheidung, ob Allgemeinnarkose oder Lokal- bzw. Leitungsanästhesie, ist noch im Flusse, das beweist der Meinungsaustausch der letzten Zeit (FINSTERER, PFANNER), welcher nicht stets „mit dem Hut in der Hand“ (BILLROTH) geführt wurde.

### Schnitt und Schnitttrichtung.

So sehr es im Interesse der Verwundeten zu begrüßen wäre, mit kleinen Schnitten auszukommen, um ihnen nicht noch weiteren Schaden zuzufügen, so wenig läßt sich dieser Wunsch zumeist erfüllen. Die Hauptsache ist die Übersichtlichkeit; man muß den ganzen, auch nur einigermaßen in Betracht kommenden Darmabschnitt absuchen können. Der Patient hat keinen Nutzen, wenn kleine Schnitte gemacht und Löcher im Darm übersehen werden. Man könnte daran denken — und LÄWEN ist dafür eingetreten — mehrere Laparotomieschnitte anzulegen. Wir sind nicht der Meinung, daß dadurch die Operation übersichtlicher gestaltet oder abgekürzt wird. In vielen Fällen genügt der Medianschnitt, namentlich wenn Ein- bzw. Ausschuß in der Medianlinie oder in ihrer Nähe liegen. In der Oberbauchgegend gewährt er eine gute Übersicht über Magen, Duodenum, den übrigen Dünndarm; Leber, Gallenblase, Pankreas und Milz können revidiert werden. Es steht nichts entgegen, erforderlichenfalls einen queren oder schrägen Schnitt noch hinzuzufügen und die Gegend der Kardia, Milz oder Leber zugänglicher zu machen.

Auch im Hypogastrium schafft die Eröffnung in der Medianlinie eine gute Übersicht, besonders für *S. romanum* und *Rectum pelvinum*.

Bei Flankenschüssen und Eckschüssen (Eintritt an einer Stelle der vorderen Bauchwand, Ausschuß in der oberen oder unteren Lumbalgegend) kommt der quere (LÄWEN, SPRENGEL) oder schräge Schnitt in Betracht; je nach Erfordernis wird man die Mittellinie überschreiten müssen. Bei rechtseitigem Flankenschuß wird dies eher nötig sein, um sich in jedem Falle die Flexura sigmoidea zu Gesicht zu bringen. Sie ist bei diesen Schüssen häufiger verletzt, als man nach der Richtung des Schußkanales anzunehmen geneigt ist.

Pararektale Schnitte haben vor den medianen sicher keinen Vorteil, bei einiger Ausdehnung muß man die Schädigung des geraden Bauchmuskels mit in Kauf nehmen. BUSALLA wählte für die Operationsschnitte oberhalb des Nabels die Mittellinie oder den Rippenbogen; unterhalb des Nabels entweder die Medianlinie oder den äußeren Rektusrand.

LÄWEN legte die Bauchschnitte fast alle in Form von Querschnitten glatt durch die Muskulatur an und richtete ihre Lage nach dem Verlaufe des Durchschusses. Am häufigsten führte er quere und schräge Flankenschnitte aus, die bis an oder über die Mittellinie hinaus meist unterhalb des Nabels reichten. Er rühmt diesen Schnitten nach, daß sie immer die Absuchung des ganzen Dünndarmes, sowie eine genaue Besichtigung des Kolons der entsprechenden Bauchseite erlauben; auch die Besichtigung des Magens in seinem unteren Teil ist nicht ausgeschlossen. Bei querer Durchschießung des ganzen Bauches führte LÄWEN des öfteren auf jeder Seite einen schrägen Flankenschnitt aus und verschloß zur Vermeidung zu großer Abkühlung der Bauchhöhle vor Anlegung des zweiten Bauchschnittes den ersten.

Wir vermögen in diesem Vorgehen keinen besonderen Vorteil zu erblicken; man reponiert den Darm vor Schluß der ersten Wunde und muß sich nach Anlegung der zweiten von neuem orientieren.

Wir kamen schließlich zu folgendem Verfahren: Ausgedehnter Medianschnitt, ober- oder unterhalb des Nabels, nach Bedürfnis diesen überschreitend. Herauswälzen des ganzen Dünndarmes unter Einhüllung in Kompressen. Absuchen des Dickdarmes vom *Colon pelvinum* bis zum Querkolon; darauf Revision des Dünndarmes von der *Plica duodeno-jejunalis* bis zum Zökum und schließlich Betrachtung des *Colon ascendens*. Bei Einschuß im Epigastrium selbstverständlich Untersuchung des Magens. Wir sind der Meinung, daß auf diese Art am raschesten und damit auch

am schonendsten eine Übersicht über die Zahl und Art der Verletzungen gewonnen wird. Man hat sofort den Überblick, ob genäht werden kann oder ob besser reseziert wird. Beim Absuchen von einem kleinen oder mehreren Schnitten aus kann es passieren, daß man mehrere Löcher genäht hat und dicht an diesen eine Stelle findet, welche unbedingt die Resektion erfordert. Die Resektion der ganzen Partie schafft glattere Verhältnisse und verkürzt den Eingriff.

Es ist wohl nicht ganz überflüssig, zu bemerken, daß man Ein- und Ausschuß revidiert, besonders wenn es sich um Granatverletzungen handelt. Es könnte sonst sein, daß eine von den Schußöffnungen ausgehende Phlegmone den Erfolg der aufgewandten Mühe vereitelt.

Gelegentlich benützten wir den Ein- oder Ausschuß nach Anfrischung zum Herausleiten des Dränrohres.

#### **Ausführung der Operation und die anatomischen Befunde.**

In der Mehrzahl der Fälle schimmert der Bluterguß durch das Peritoneum hindurch, sobald man an dieses gelangt ist. Nach der Eröffnung stürzt das Blut vielfach im Schwall hervor und läßt sich in großen Mengen ausschöpfen. Daneben finden sich kleinere oder auch massige Blutklumpen, besonders wenn Leber, Milz oder größere Mesenterialgefäße verletzt sind. Der frischen roten Farbe des arteriellen Blutes begegnet man relativ selten, meist herrscht ein düster roter Farbenton vor, der einer schmutzigen, bräunlichgrauen Verfärbung Platz macht, falls längere Zeit seit der Verletzung verstrich (besonders bei Läsionen des Dickdarmes). Wir fanden relativ selten spritzende Gefäße; es kann sein, daß bei den Manipulationen an Darm und Mesenterium (besonders an diesem) infolge von Lösung eines Thrombus wieder eine Blutung auftritt; doch ist dies nicht sehr häufig. Ausgedehnte Verletzungen der großen Unterleibsvenen finden sich bei der Operation naturgemäß selten (MOST, LÄWEN, KATHE).

Auch ohne Verletzung eines Mesenterialgefäßes kann die Blutung aus dem Darm beträchtlich sein; es sickert auch während des Eingriffes Blut noch weiter aus der Mukosa. WILMANNS notierte fünf foudroyante Hämorrhagien, zwei aus der Leber, eine aus der Art. gastrica inferior, zwei aus spritzenden Gefäßen der Art. mesenterica superior. Wenn der Magen oder der Dickdarm getroffen wurde, dann entweicht fast regelmäßig Gas aus der Inzisionswunde des Peritoneum. Bei Dickdarmläsionen vermißten wir das Gas, wenn die Verletzung versteckt lag und sich Serosa darübergelegt hatte. Stets fiel bei Dickdarmperforationen der üble Geruch auf; es war immer Veranlassung, so lange zu suchen, bis das Loch, welches vorhanden sein mußte, gefunden war. Kleine schlitzförmige Öffnungen in der Kardiagegend ließen weder die Schleimhaut noch Mageninhalt austreten. Wenn größere Öffnungen in den übrigen Regionen des Ventrikels vorlagen, hatte sich beides eingestellt. HIRSCHBERG allerdings beobachtete bei einem Pistolenschuß, welcher den gefüllten Magen getroffen hatte, einen ausgesprochenen Spasmus der Magenmuskulatur, welcher den Austritt von Inhalt verhinderte. Bei Verletzungen des Dünndarmes stimmen unsere Beobachtungen mit denen überein, welche wenig Kotaustritt notierten. Es wird viel auf die jeweilige Füllung und den Zustand des Dünndarmes ankommen. Wenn die unteren Abschnitte des Dickdarmes ein- oder abgerissen waren, so fanden sich in dem schmutzigen, stark blutigen Exsudat körnige Beimengungen, die nur von aufgeschwemmtem Kot herrühren konnten. Den Befund von Galle, ebenso von Fettnekrosen erwähnen wir nur nebenbei. Größere Mengen Urin waren dem blutigen Exsudat bei Blasenverletzungen beigemischt; einmal war die Harnblase noch etwa faustgroß, und erst auf Druck strömte Harn in die palpierende Hand.

Als eine Seltenheit möchten wir anführen, daß es bei einer Schußverletzung des Mesenteriums zu einer Invagination der dazugehörigen Darmschlinge kommen kann (SYRING). Nach dem Passieren der Bauchwand traf das Geschoß eine Dünndarmschlinge. Sie stülpte die Darmwand ein, und diese riß an der gegenüberliegenden

Seite ein. Hier drängte die Kugel die Darmwand heraus und durchschlug mit dieser noch 2mal das Mesenterium. Das Geschoß war in einen Darmwandsack eingeschlossen und verhinderte den Austritt von Darminhalt.

GÜTIG wies noch auf eine Art von Verletzungen hin, bei denen das Anpressen des getroffenen Darmes an die innere Bauchwand von wesentlichem Einfluß ist. Er meint, daß in einem Falle, wo er nur zwei Löcher im Darm auf 8 cm fand, und die Schrapnellkugel zwischen beiden lag, die Füllkugel die Darmwand durchschlug und ein Stück in der Längsrichtung des Darmes verlief. Dabei wurde ihre erlahmende Kraft durch den Darminhalt herabgesetzt; sie blieb aber doch noch so stark, daß sie den Darm derart an die Bauchwand preßte (Wirbelsäule oder Becken?), daß die Schleimhaut noch zerrissen, Muskularis und Serosa stark gequetscht, aber nicht vollkommen durchtrennt waren. „Diese kleine, in ihrer Ernährung völlig zerstörte Partie wurde durch die Darmbewegungen bald völlig durchrissen, die Schleimhaut prolabierte und täuschte einen regelrechten Ausschluß vor.“

In den Operationsberichten von der Westfront werden Askariden als Befund selten notiert. KARER fand sie in großen Mengen in dem Dünndarm seiner Verwundeten am Isonzo. BURCKHARDTS Patient hatte „die ganze Bauchhöhle voll Bandwurmglieder“. Von anderen Fremdkörpern fanden sich Geschosse (einmal eine Perforation verschließend), Geschossteile, Tuchstücke, Hosenknöpfe, Geldstücke usw.; nach Schüssen durch die Brusthöhle oder das Becken war mit kleineren oder größeren Knochensplintern zu rechnen; diese lagen den Eingeweiden nur auf, waren eingespießt oder perforierten.

Es würde zu weit führen, alle vorgefundenen Fremdkörper aufzuzählen.

Die Dünndarmserosa wies manchmal eine eigentümliche seifige Beschaffenheit auf; in der Nähe der Perforation war sie fleckenweise stärker injiziert und mit Ekchymosen versehen. In späteren Stadien fanden sich die bekannten fibrinös eitrigen Beläge vor, welche nach unseren Beobachtungen selten zu Verklebungen führten. Auch KRASKE vermißte diese nach 15–20 Stunden. Es soll und kann ihr Vorkommen nicht bestritten werden, nur sei auf ihr häufiges Fehlen hingewiesen, gerade zu einer Zeit, wo sie „praktisch“ von Wert wären. Wir sind außerstande, eine plausible Erklärung für das häufige Ausbleiben von Verklebungen zu geben.

An der Darmwandung vermißten wir auch in 2–3 Stunden alten Fällen die öfter hervorgehobene tetanische Kontraktur. Die Darmschlinge besaß normale Weite oder war etwas dilatiert, sukkulent. Die unversehrten Schlingen wiesen in frischen

Fällen oft ein geringeres Kaliber auf und waren manchmal mit Dellen versehen. Auf die meteoristische Auftreibung in den späteren Stadien der Peritonitis braucht nicht näher hingewiesen zu werden.

Dann und wann begegnete man bei Absuchen des Darmes mehr oder weniger kontundierten Stellen der Darmwand, über deren Lebensfähigkeit man im Zweifel sein konnte.

Es ist nicht gut möglich, die Befunde an den Läsionsstellen des Magen-Darm-Traktus in ein bestimmtes Schema zu bringen. Die Variationen sind zu reichlich, die Faktoren, welche eine Rolle spielen, zu mannigfaltig. Die Entfernung, die Art des Projektils (Infanteriegeschoß: Vollgeschoß, Mantelgeschoß, Querschläger, Aufschläger; Schrapnell; Granaten, Minen u. a.; Splitter; sekundäre Projektile, Füllung des Darmes). Ganz vereinzelte Typen lassen sich aus der Reichhaltigkeit der Bilder herauslösen.

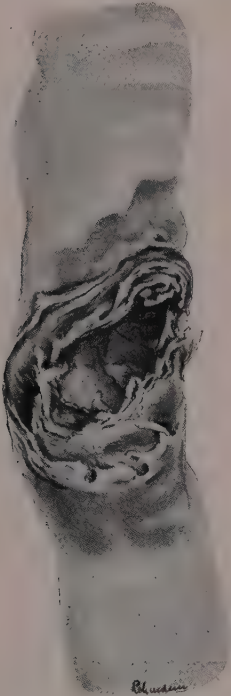


Abb. 9. Tangentialschuß  
des Dünndarmes durch  
Infanteriegeschoß.

Stärkere Refraktion der Serosa  
als der Muskelschichten.  
Ausstülpung.



Außer den schon erwähnten Kontusionen findet man dann und wann Risse in der Darmwand (bis zur Muskularis oder Mukosa), ohne Eröffnung der Lichtung. Fiel die Schleimhaut mit zum Opfer, so kann die Öffnung im Darm rundliche, ovale oder auch unregelmäßige Form besitzen (Abb. 9). Der glatte Durchschuß mit Infanteriegeschöß auf größere Entfernung schafft meist Lumina, welche der Kalibergröße entsprechen. Am Magen (Fundus) können sie, wie erwähnt, schlitzförmig sein, ohne Schleimhautprolaps; am Dünndarm rundlich, mit vorgefallener Schleimhaut (Abb. 9 u. 10); diese kann die Perforationsöffnung in den ersten Stunden verschließen. Am Dickdarm beobachteten wir bei kleinen Löchern keine Ausfüllung durch die Mukosa.

Wenn die Perforationsstelle größer oder längere Zeit seit der Verletzung verstrichen war, so konnte von einem „verschließenden Schleimhautpfropf“ nicht mehr die Rede sein. Die umgekrepelte Mukosa umsäumte (Abb. 10) dann die Öffnung im Darm. Manchmal lagen mehrere kleine Perforationen auf eine kurze Entfernung voneinander in der Quer- oder Längsachse des Darmes (Abb. 11), je nach der Lage

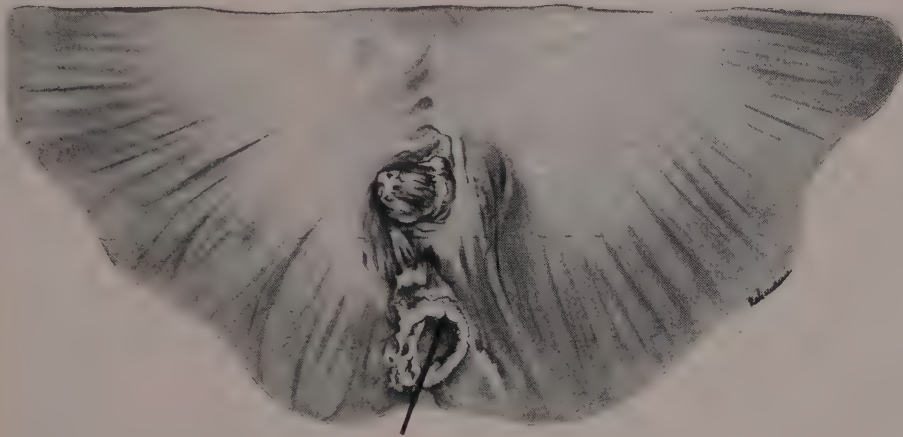


Abb. 10. Infanteriegeschöß. Bauchsteckschuß. Durchschuß durch Beckenschäufel, wo Stahlmantel steckengeblieben ist. Der Bleikern hat den Dünndarm durchschlagen und sitzt im Mesenterium.

der Schlingen und der Richtung des Projektils beim Schusse. Dann und wann waren die Löcher nur durch schmale Darmwandbrücken voneinander getrennt. Nur einmal beobachteten wir einen kalibergroßen Einschuß, welchem kein Ausschuß entsprach; das Geschöß lag in der Nähe der Perforation in der Darmlichtung; in einigen Fällen wurde berichtet, daß das Geschöß in der Ausschußöffnung steckenblieb und diese verschloß (HOHLBAUM).

Nicht allzu selten kam es vor, daß wir nur eine Öffnung zuerst vermuteten, dann aber fanden, daß das Geschöß die Darmlichtung am Mesenterialnetzansatz, Mesokolon oder retroperitoneal verlassen hatte. Nicht allzu selten war das Dünndarmrohr bis in die Nähe des Mesenterialansatzes oder in diesen hinein durchtrennt. Längsschlitzte bis zu mehreren Zentimetern Länge bieten sich manchmal dem Auge dar, am Magen Risse, welche Handtellergröße erreichten. Am Dickdarm sahen wir außer den erwähnten kleinen Perforationen ausgedehntere Löcher (ähnlich PAMPERL), ferner große Abrisse; diese besonders am S. romanum und Colon pelvium. Ganz unregelmäßige Risse wurden durch deformierte Geschosse und Splitter (primäre und sekundäre) hervorgerufen. Aufreißungen und Defekte der Bauchwand mit Vorfall eines großen Teiles des ebenfalls verletzten Darmes haben mehr pathologisches als chirurgisches Interesse.

Bei einer Blasen-Darm-Verletzung durch Gewehrgranate beobachteten wir ganz feine Löcher in beiden Organen, ohne jeden Schleimhautvorfall. Schrapnellkugeln schufen immer relativ große Perforationen. Die Literatur über Verletzungen durch Fliegerpfeile ist bescheiden. Wir führten eine Beobachtung an, in welcher der Pfeil in der Supraklavikulargrube eindrang, den Brüstraum durchsetzte und den Darm an mehreren Stellen perforierte.

Bisher war fast nur von der Größe und der Ausdehnung der Perforation im Magen-Darm-Traktus die Rede; Einzelheiten wurde keine Aufmerksamkeit geschenkt.

Kleine schlitzförmige Öffnungen im Magen-Darm-Kanal weisen nur eine geringe Quetschung der Rißränder auf. Die Schleimhaut tritt nicht durch die Öffnungen vor.

Anders ist es, wenn eine größere Lücke geschaffen wurde. Dann wölbt sich die

sukkulente Mukosa entweder nur an einzelnen Stellen vor (selten), oder in der ganzen Zirkumferenz. Auf das Umkrepeln nach der Peritonealseite hin wurde bereits hingewiesen. Die Perforation und der Schleimhautvorfall können am Dünndarm dem Auge entzogen sein, wenn sie genau dem Ansätze des Mesenteriums entsprechen. Die blutige Infiltration des Gekröses in Dreieckform (Basis am Darm, Spitze im Mesenterium) weist eindringlich auf ihre Existenz hin. Auch an der großen oder kleinen Kurvatur des Magens sind solche Befunde zu erheben. Am Dickdarm überdeckt oft die subseröse Blutung die unterbrochene Kontinuität. Die Hämorrhagie kann umschrieben, flächenhaft sein, wie am Zökum (besonders wenn der Schuß von lateral und hinten kam), oder sie kann das Darmrohr (Colon transversum, descendens und Rektum) wie ein Mantel (Abb. 12 u. 13) umgeben. Das Colon ascendens ist gemäß seinen anatomischen Verhältnissen relativ häufig extraperitoneal verletzt. BÖHLER fand,



Abb. 11. Mehrfache Darmverletzungen, zwei Durchschüsse, ein Tangentialschuß, halbkrausenartige Ausstülpungen der Schleimhaut an den Wundrändern.

daß die Umschlagstelle des Peritoneums nicht neben der Taenia mesocolica lag, „wie das jeder anatomische Atlas“ zeigt, sondern häufig bis zur Taenia libera hinausging, womit die Taenia omentalis noch extraperitoneal zu liegen kam. Diese Verhältnisse fand BÖHLER am häufigsten in der Mitte des Colon ascendens, auf einer Breite von 3—4 Querfingern. Das Auffinden der Perforationen kann von großen Schwierigkeiten begleitet sein, wenn der Verwundete — wie es uns begegnete — früher eine Appendizitis durchgemacht hat und zahlreiche Verwachsungen vorhanden sind. Es ist nicht zulässig, Knäuel für Knäuel zu lösen. Die Präparation dauert zu lange, man schafft zu viel serosafreie Stellen, welche eine Unsicherheit der Naht bedingen; außerdem besteht die Gefahr, den Darm unfreiwillig zu eröffnen.

Wir haben auf die Komplikationen, welchen man begegnen kann, einzugehen.



Auf die Blutung aus Mesenterium und Netz wurde schon hingewiesen, ebenso darauf, daß sich nicht oft ein spritzendes Gefäß einstellt. WILMANNs sah eine starke Blutung aus der Art. gastrica inferior. BURCKHARDT berichtet über eine Durchreißung der Vena cava; LÄWEN wurde durch eine heftige Blutung aus der Vena renalis bzw. cava überrascht, als er ein retroperitoneales Hämatom in der Nähe ausräumte. Er konnte sie nur mit Mühe stillen. Wir sahen aus einem Riß in der Vena iliaca das

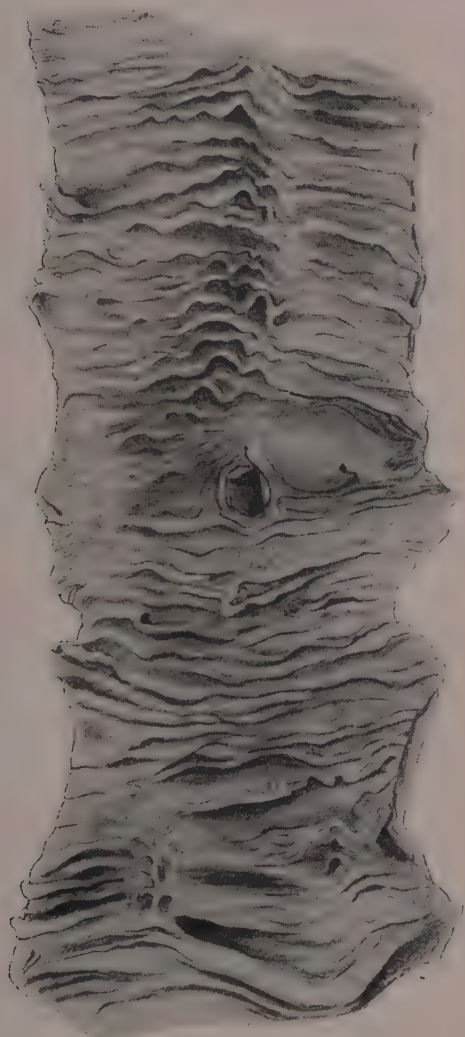


Abb.12. Granatsplitterschuß des absteigenden Dickdarmes mit Eröffnung desselben. Ausgedehnte Schleimhautblutung in den Darm nach auf- und abwärts.

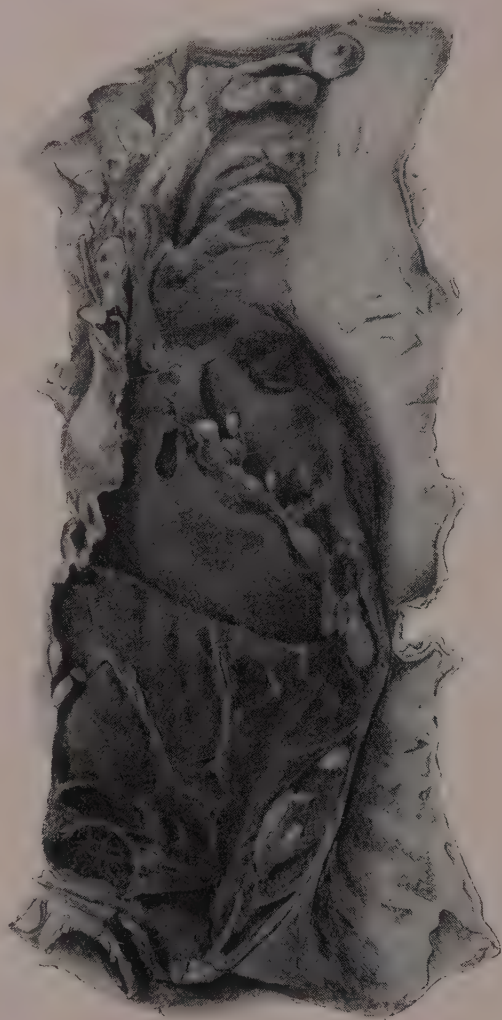


Abb.13.  
Große Blutung (Hämatom) im rückwärtigen Fettgewebe.

Blut hervorquellen. Auch andere Venen (Pfortader, Mesenteria usw.) kommen in Betracht.

Eine häufige Quelle der Blutung ist die Leber, seltener, wenigstens nach unseren Erfahrungen, die Milz und die Niere. BURCKHARDT erwähnte, daß einer seiner Operierten zugrunde ging, weil sein kongenital erweitertes Nierenbecken zwei große Löcher bekommen hatte. KOERBER beobachtete 17 Nierenverletzungen; 7 von diesen waren durch eine Läsion des Magen-Darm-Traktus kompliziert. (2 wurden abtransportiert.)



Die Mitverletzung des Rückenmarkes (BURCKHARDT und LANDOIS, wir u. a.) ist eine üble Beigabe.

Die gleichzeitige Mitbeteiligung der Brusthöhle ist eine sehr häufige Komplikation. Der Komplementärraum ist besonders oft durchschossen; der Verletzung entsprechend kann auch eine Lungenblutung zustande kommen. Wenn die Leber mitbetroffen ist, so fließt reichlich Blut in die Pleurahöhle. In dem linken Brustraum kann sich bei größerem Zwerchfellriß, außer dem Blute der etwa verletzten Milz, diese selbst, Netz, der Magen und das Querkolon (BURCKHARDT) vorfinden (mit oder ohne Perforation; im letzten Falle ist Magen- oder Dickdarminhalt dem Hämothorax beigemischt). BURCKHARDT erwähnt noch harmlose Herzverletzungen, die er in Kombination mit tödlich endenden Bauchschüssen mehrmals sah. Es erübrigt sich, auf alle anderen noch möglichen Verletzungen des Körpers einzugehen.

#### Operative Maßnahmen.

Unsere Aufgabe ist es, die verschiedenen Schußwunden des Darmes aufzusuchen und zu versorgen.

Diejenigen Stellen, an welchen nur die Serosa verletzt ist, oder wo der Riß bis auf die Mukosa weitergeht, übernäht man der Vorsicht halber, einesteils, um eine mögliche sekundäre Perforation zu verhüten, andernteils, um Adhäsionen vorzubeugen.

Am Dünndarm, vorderer Magenwand, ferner an den mit Serosa bekleideten Partien des Dickdarmes sind Schußöffnungen nicht zu übersehen. Man muß nur den Bauchschnitt genügend groß anlegen und gewissenhaft absuchen.

Bei einer Verletzung der vorderen Magenwand muß man sich unbedingt auch die hintere Fläche freilegen, auch wenn der Schuß im Fundus sitzt. Man spaltet das Ligamentum gastrocolicum und gelangt mehr oder weniger leicht an die Perforationsstelle. Ist die hintere Magenwand frei, so empfiehlt es sich, an der kleinen und großen Kurvatur im Ligamentum hepato-gastricum bzw. gastrocolicum nach Blutsuffusionen zu fahnden und hier die Magenwand freizulegen. Es lohnt sich dies in vielen Fällen.

Spontanheilungen sind in der Fundusgegend beobachtet worden. Es ist aber nicht angängig, auf die Naht an dieser Stelle zu verzichten, wie ein Autor dies tat. Er nähte das Loch in der Pylorusgegend, dasjenige im Fundus ignorierte er. Der Patient hatte großes Glück.

Am Duodenum präsentiert sich die Lücke in der vorderen Wand ohne weiteres. Bei Verletzung der hinteren Wand fiel 2mal eine leichte gallige Imbibition in ihrer Nähe auf. Die Freilegung geschah mit Hilfe des von KOCHER für die Mobilisation des Zwölffingerdarmes angegebenen Schnittes: Durchtrennung des Peritoneum lateral von der Pars descendens duodeni. Auch die Freilegung des Duodenum von links her (CLAIRMONT) kommt bei geeigneten Fällen in Betracht.

Die oberste Partie des Jejunum, gleich an der Plica duodeno-jejunalis erfordert ebenfalls eine genaue Inspektion. Hier finden sich dann und wann große Perforationsöffnungen. LÄWEN führt diese darauf zurück, daß der obere Darmteil fixiert ist und die Geschosse bei ihrem Durchtritt eine reißende Wirkung entfalten können.

Weiter abwärts im Dünndarm ist bei den früher erwähnten Blutungen im Mesenterialansatz dieser vom Darne soweit abzulösen, daß sicher keine Perforation übersehen wird. Die Ernährung leidet — schonendes Vorgehen vorausgesetzt — nicht Not.

An die hintere Wand des Zökum bzw. Colon ascendens gelangt man nach Inzision des Bauchfells am lateralen Rande. Bei den Manipulationen entleert sich leider manchmal Gas oder Darminhalt, sie können aber das Auffinden erleichtern.

Am Querkolon sind entsprechend die Ansatzstellen von Ligamentum gastrocolicum und Netz bei bestehender Hämorrhagie zu revidieren. Auch unter den kleinen Fettanhängen steckt manchmal eine Perforation. An der Flexura lienalis sind die Verbindungen zu der Milz gegebenenfalls einer genaueren Betrachtung zu unter-

ziehen. Am Colon descendens kommt wie am Colon ascendens die seitliche Inzision in Frage. Der späteren Naht des Peritonealschlitzes steht nichts im Wege.

Wir machten uns grundsätzlich das S. romanum zugänglich; es ist sehr oft auch dann betroffen, wenn man es nach der Richtung des Schusses nicht für möglich halten sollte.

Die kleinen Darmöffnungen kann man mit einer doppelreihigen oder einer zweifachen Tabaksbeutelnaht verschließen. Bei größerem Lumen ist die doppelreihige Naht vorzuziehen. Es empfiehlt sich manchmal, die stark nach außen umgekrepelte Mukosa abzutragen, sie stülpt sich dann leichter ein. Für den Fall, daß zwei Perforationen dicht beisammen liegen, steht nichts entgegen, die schmale Brücke zu entfernen und beide zu vereinen. Am Dickdarm muß der ganze Bereich, in welchen die Nähte zu liegen kommen, freigelegt sein, um eine exakt schließende Naht zu ermöglichen.

Wenn mehrere Schußöffnungen nahe aneinanderliegen, ereignet es sich manchmal, daß die Lichtung des Darmrohres nach vollendeter Naht eine fatale Verengerung aufweist. Unter solchen Umständen legten wir stets eine Enteroanastomose zwischen zu- und abführenden Schenkel an; diese nimmt nicht viel Zeit in Anspruch und gewährt das Gefühl der Sicherheit. Der Murphyknopf kommt dabei nicht in Betracht, weil keine Garantie gegeben ist, daß er in die analwärts liegende Schlinge fällt. Crede-sche Kugeln, welche dies herbeiführen sollen, standen uns nicht zur Verfügung.

Der Naht mit Enteroanastomose sind leider Grenzen gesteckt, und es bleibt in manchen Fällen nichts anderes übrig, als das zerfetzte Darmstück zu entfernen. Man wird dazu außerdem noch genötigt sein, wenn der Darm auf eine Strecke weit von seinem Mesenterium abgerissen ist, oder wenn nach Gefäßunterbindungen seine Ernährung aufgehoben bzw. unsicher geworden ist. Eine schwere Quetschung kann gegebenenfalls die Lebensfähigkeit ebenfalls in Frage stellen.

Es kommt also die Resektion des Darmstückes in Frage. Wenn diese auch kein Kunststück darstellt, so erfordert sie immerhin eine gewisse Zeit. Diese ist für den Zustand des Patienten nicht gleichgültig (LOKWOOD, KENNEDY, MOST, BERLOG, WOLF u. a.). Mancher wird dem auf diese Weise verlängerten Angriff zum Opfer fallen, während er eine einfache Naht noch überstanden hätte. Ob man eine zirkuläre Naht ausführt oder eine seitliche Anastomose anlegt, ist am Dünndarm ohne Belang. Die Wahl wird nach dem Geschmack und der Gewohnheit des Operierenden ausfallen. Am Dickdarm ist entschieden die Vereinigung von Seite zu Seite vorzuziehen. Zum Schutze der Naht kann die bekannte Deckung mit Netz (frei oder gestielt) vorgenommen werden. Es ist nicht angängig, mehr als eine Sicherung der Naht von dem transplantierten Omentum zu verlangen. Der Versuch, das vom Mesenterium abgelöste Darmrohr mit Netz zu umhüllen, um es zu erhalten, würde nur Unheil stiften.

Die Zahl der resezierten Fälle ist nicht besonders groß, geringer noch die der geheilten:

GRÄFENBERG 12mal 0 geheilt, KRASKE 4mal, LÄWEN 8mal 5 geheilt, ENDERLEN 23mal 6 geheilt, WITTMANN 10mal 6 geheilt. BURCKHARDT berichtet über einen Patienten, welchem er 2,64 m Dünndarm entfernte. „Wir haben niemals einen glatter verlaufenden Fall gesehen.“

Noch ungünstiger verliefen die Resektionen am Dickdarm.

Wir brachten im Felde unter 7 Fällen nur einen Patienten mit Resektion des Dickdarmes durch; bei ihm handelte es sich um eine Abreißung des Darmes durch Hufschlag, ohne Eröffnung des Darmlumens.

#### Vorlagerung der verletzten Schlinge.

Es kann sein, daß der Zustand des Verwundeten nicht einmal die Naht einzelner Perforationen erlaubt, geschweige denn eine Resektion zuläßt. Unter solchen Umständen bleibt nur übrig, die Perforationsstelle in der Bauchwand einzunähen oder

die mehrfach durchlöchernte Schlinge vorzulagern (KAUSCH, KRASKE, LÄWEN u. a.). Dies dürfte der einfachste Modus sein. RÜBSAMEN nimmt eine Reinigung der Bauchhöhle mit Dakinscher Flüssigkeit vor und behandelt nach Eingießen von Äther die verletzten Darmschlingen. ERKEN will bei schweren Darmverletzungen reseziieren und die ganze peritonitisch erkrankte Darmschlinge mitnehmen; auf die Vereinigung der Darmlumina verzichtet er und näht sie nur in die Bauchwandung ein. Seine Gründe sind folgende:

1. Durch Einnähen der Darmenden wird die größte, den postoperativen Verlauf bedrohende Gefahr, die infolge der Stagnation des Darminhaltes auftretende Sterkorrhämie ausgeschaltet.

2. Die Dauer des Eingriffes wird verkürzt, seine Schwere verringert.

3. Die Resektion der peritonitisch erkrankten Schlingen bedeutet die Ausschaltung einer Infektionsquelle. Die Begründung scheint uns nicht nach allen Punkten stichhaltig zu sein. Falls der Darm nicht bereits gelähmt ist, dürfte die Kotstauung nicht zu fürchten sein (gute Arbeit vorausgesetzt). Die Verkürzung des Eingriffes dünkt uns nicht so sehr beträchtlich. Wenn einmal die Abtrennung des Mesenteriums erfolgt ist, dann fällt die kurze Zeit der Darmnaht unseres Erachtens nicht so schwer in die Wagschale. Die Entzündung endlich ist nicht allein auf die geschädigte Schlinge beschränkt. Der etwa herangezogene Vergleich mit der entzündeten Appendix dürfte nicht gerechtfertigt sein. Auf die Gefahren eines hochsitzenden Anus praeternaturalis, auf seine Mißhelligkeiten an jeder Stelle sei nur verwiesen. Die Schwierigkeiten, welche sein Verschuß bieten kann, sind bekannt. Bei Dickdarmverletzungen wird uns der Entschluß zur Vorlagerung der Schlinge leichter gemacht, besonders bei ausgedehnter Zerreißung (LÄWEN, KRASKE u. a.). LÄWEN nähte einmal mit gutem Erfolg die Flexur ein; ein anderer Verwundeter, dem er das Colon descendens vorlagerte, ging zugrunde. Wir selbst haben von den Vorlagerungen der verletzten Schlinge nichts Gutes gesehen.

Über die operativen Resultate gibt die Tabelle 8 (s. S. 43 u. 44) Aufschluß. Sie wurde auf Grund von uns gesammelter Fragebogen (909) von Dr. LURZ zusammengestellt.

Die Tabelle 9 (s. S. 45) ist eine Zusammenstellung größerer Statistiken; die Mortalität schwankt zwischen 35,7 und 93%; als Durchschnittszahl ergab sich für 3851 Fälle 61,9% Sterblichkeit.

#### Kombinierte Verletzungen.

Die Verletzungen der großen Unterleibsdrüsen werden in einem anderen Abschnitte des Buches abgehandelt. Wir möchten nur erwähnen, daß wir bei schweren Blutungen aus ihnen zuerst diese versorgten, dann erst den Darm angingen.

Ein isolierter Pankreasschuß kam unter lockerer Tamponade ohne jede Störung durch.

Wenn mit dem Darm gleichzeitig die Niere verletzt ist, wird man im allgemeinen zunächst den Bauchschnitt ausführen und nach Versorgung der Eingeweide auf transperitonealem Wege die erforderlichen Eingriffe an der Niere vornehmen. Jedenfalls ist ein Abschluß des Peritoneums gegen das Nierenlager hier erwünscht; das Wundbett der Niere wird dann zur Lumbalgegend drainiert. Sollte eine schwere Verletzung der Nierengegend die Veranlassung sein, hier zuerst eine Freilegung vorzunehmen, so kann man den lumbalen Schnitt gegen die Symphyse unter Eröffnung der Bauchhöhle erweitern und bekommt einen guten Überblick über den Zustand des Colon ascendens bzw. descendens.

Transdiaphragmale Schüsse erfordern je nach ihrer Wertigkeit ein verschiedenes Vorgehen.

Wenn der Patient Glück gehabt hat, die Eingeweide intakt blieben, ein geringer Bluterguß mit leichtem Pneumothorax besteht, ist keine Veranlassung gegeben, ein-



Tabelle 8.

## Laparotomierte mit Darmverletzungen.

Art der Verletzung	Gesamt- zahl	Geheilt	†	† an inter- kurrenten Krankheiten nicht gerechnet	% Mortalität
1. Reiner Dünndarm . . . . .	149	76	70	3	47,95
Einfache Übernähung . . . . .	89	57	32	—	32,3
Resektion . . . . .	22	11	11	—	50
2. Dickdarm intraperitoneal . . . . .	86	41	43	2	51,2
Einfache Übernähung . . . . .	54	31	23	—	46,6
Resektion . . . . .	4	2	2	—	50
Anus praeternaturalis . . . . .	7	3	4	—	57
3. Querdarm . . . . .	8	3	5	—	62,5
Einfache Übernähung . . . . .	3	2	1	—	—
Anus praeternaturalis . . . . .	2	—	2	—	—
4. Dünndarm und Dickdarm . . . . .	95	32	63	—	66,3
Einfache Übernähung . . . . .	51	24	27	—	52,9
Resektion . . . . .	19	4	15	—	78,9
Anus praeternaturalis . . . . .	3	1	2	—	66,67
5. Dünndarm und Komplikation . . . . .	58	15	42	1	73,6
6. Dickdarm und Komplikation . . . . .	61	14	47	—	77
7. Dünndarm u. Dickdarm u. Komplikation	37	5	31	1	86,1
8. Reine Magenverletzung . . . . .	15	9	6	—	40
9. Magen und Komplikation . . . . .	19	6	13	—	68,4
10. Prolapse und Darmverletzung . . . . .	100	29	71	—	71
11. Reine intraperitoneale Mastdarm- verletzung . . . . .	2	2	—	—	—
12. Rückenmark- und Darmverletzung . .	1	—	1	—	100
13. Brust-, Bauch- und Darmverletzung . .	31	8	23	—	74
14. Intraperitoneale Blasen- und Mastdarm- verletzung . . . . .	23	4	19	—	82,6
15. Darm-Serosa-Verletzung . . . . .	4	4	—	—	—
16. Unvollendete Operationen . . . . .	24	—	24	—	100
17. Übersehene Löcher . . . . .	9	—	9	—	100
18. Darmverletzung und Gasphlegmone . .	2	—	—	2	100
Insgesamt	724	248	467	9	65,3

## Laparotomie bei Verletzung der großen Drüsen und Blase.

Art der Verletzung	Gesamt- zahl	Geheilt	†	† an inter- kurrenten Krankheiten nicht gerechnet	% Mortalität
1. Leber . . . . .	42	21	16	5	43,2
2. Milz . . . . .	9	8	1	—	11,1
Milzexstirpation . . . . .	3	3	—	—	—
3. Mehrere große Drüsen . . . . .	13	4	9	—	69,2
4. Brust-Bauch- mit Verletzung großer Drüsen . . . . .	31	10	20	1	66,67
5. Reine intraperitoneale Blasenverletzung	15	7	8	—	53,33
6. Pankreas und Vena cava . . . . .	1	—	1	—	100
7. Übersehene Verletzung der großen Drüsen	1	—	1	—	—
Insgesamt	112	50	56	6	52,8

Laparotomien, bei denen Blutungen aus den mesenterialen Gefäßen bestand oder überhaupt keine Verletzung gefunden wurde.

Art der Verletzung	Gesamt- zahl	Geheilt	†	† an inter- kurrenten Krankheiten nicht gerechnet	% Mortalität
1. Ohne intraperitoneale Verletzung, ohne Blutung . . . . .	18	15	—	3	—
2. Bei schwerer intraperitonealer Blutung .	8	6	2	—	33,3
3. Bei multipler Rumpfverletzung . . . .	5	—	5	—	—
4. Bei Nierenverletzung . . . . .	1	—	1	—	—
5. Extraperitoneale Mastdarmverletzung .	1	1	—	—	—
6. Prolapse ohne intraperitonealen Befund	10	9	1	—	10,0
Netzprolaps . . . . .	7	7	1	—	—
Darmprolaps . . . . .	3	2	—	—	33
Insgesamt	43	31	9	3	22,5

### Extraperitoneale Verletzungen.

Art der Verletzung	Gesamt- zahl	Geheilt	†	† an inter- kurrenten Krankheiten nicht gerechnet	% Mortalität
1. Extraperitoneale Kolonverletzung . . .	7	5	2	—	—
2. Nierenverletzung . . . . .	6	4	2	—	33,3
3. Bauchwandverletzung . . . . .	9	8	—	1	—
4. Extraperitoneale reine Blasenverletzung	2	1	1	—	50
„ Blasen- und Mastdarm- verletzung . . . . .	1	1	—	—	—
Extraperitoneale Blasen- und Becken- fraktur . . . . .	2	1	1	—	50
Extraperitoneale Mastdarmverletzung .	2	2	—	—	—
Insgesamt	29	22	6	1	—

zugreifen. Anders, wenn eine schwere Blutung besteht oder die Erscheinungen auf eine Darmverletzung hinweisen. Im letzteren Falle ist die Laparotomie auszuführen und nach oder vor der Versorgung der Eingeweide der Zwerchfellriß von der Bauchhöhle aus zu schließen. Bei offenem Pneumothorax benützt man unter Überdruck (SAUERBRUCH) die vorhandene Bresche, um Lunge und Bauchinhalt entsprechend zu behandeln. Unter Umständen ist es erforderlich, die Laparotomie anzuschließen, falls transdiaphragmatisch nicht zugängliche Verletzungen vorliegen oder Gründe bestehen, solche anzunehmen. Der Gründlichkeit halber muß diese Komplikation mit in Kauf genommen werden. Die Anwendung eines Überdruckapparates (Behelfsmodell) ist sehr erwünscht. Die Resultate werden bei seiner Anwendung entschieden besser (JEHN).

Zur Behandlung der Zwergfellrisse, welche nahe der Thoraxwand gelegen sind, empfiehlt E. REHN wärmstens die perkutane Phrenopexie. Als Deckung eines großen Defektes des Diaphragma dünkt ihn nach Studien an der Leiche am besten ein eingeschlagener Kutis-Subkutis-Lappen durch den fünften Interkostalraum hindurch.

Tabelle 9.  
Prognose der Operierten.

Autoren	Beobachtete Fälle	Davon operiert	†	% Mortalität	Autoren	Beobachtete Fälle	Davon operiert	†	% Mortalität
ABADIE . . .	—	688	440	64	LÉRICHE . . .	—	—	—	89
ALBRECHT . .	84	28	10	35,7	LURZ . . . . .	1360	724	467	65
BOUVIER und CAUDELIER .	—	—	—	55	MIGINIAC . . .	—	18	14	77,8
BARUSBY . . .	—	57	27	47	MOLINEUS . . .	{ —	83	52	63
BURCKHARDT .	—	—	—	70	PEGGER . . . .	—	42	28	67
BUSALLA . . .	—	80	40	50	PETERMANN . .	—	159	90	56
CLAIRMONT . .	—	28	13	46	PROPPING . . .	27	19	11	58
DEPAGE . . . .	—	255	185	72,5	PROUST . . . .	—	57	42	74
ENDERLEN und SAUERBRUCH .	—	211	117	55,6	QUÉNU . . . . .	—	—	—	50
FEDERSCHMIDT .	—	116	63	54	ROCHARD . . . .	—	266	161	60
GÜTIG . . . . .	240	28	21	75	ROUHIER . . . .	—	15	9	60
HAECKEL . . . .	—	63	39	62	ROUVILLOIS . .	—	94	69	73
HAENEL . . . .	—	—	—	67	SENKER . . . . .	—	—	—	77
HÄRTEL . . . .	—	22	13	59	SIMONIN . . . .	—	13	9	69
HALPERN . . . .	—	73	46	63	STEINTHAL . . .	—	—	—	55
HANKEN . . . .	—	34	26	76	WEISS und GROSS (Fr.)	—	—	—	70
HELPAU . . . .	91	73	46	63	TÖPFER . . . . .	—	14	8	57
HEYROWSKY . .	387	155	77	49,6	WALLACE . . . .	—	—	—	65
HILLER . . . . .	—	38	26	68,4	WILMANNS . . .	—	64	35	55
HUGHES und REES . . . . .	—	62	40	64,5	WOLF . . . . .	—	44	26	59
KARER . . . . .	69	45	33	78,5	Verschiedene BARBET und BOUVET .	{ —	30	18	60
KLAPP . . . . .	—	—	—	36	DIDIER . . . . .	—	30	18	60
KRASKE . . . .	—	39	19	48,7	GAUDIER . . . .	—	—	—	—
LÄWEN . . . . .	{ —	46	24	52	ROTTER . . . . .	—	—	—	—
		54	27	50					

**Behandlung des Netz- und Darmprolaps.**

Bei Granatverletzungen waren Prolapse häufig, nach HÄRTEL in einem Drittel der Fälle; die Infanteriegeschosse verursachten sie seltener, sie waren auch weniger umfangreich.

Die Anschauungen über die Versorgung des Vorfalles von Netz und Darm sind verschieden. Nach HELLWIG spielt der Darmvorfall eine günstige Rolle für die Heilungsaussichten. Bei einzelnen Autoren (DILGER und MEYER) lesen wir, daß sie den Prolaps abspülen und dann reponieren; falls der Darm eingeklemmt ist, soll zuerst die Bauchwunde erweitert werden, um die vorgefallenen Stücke zurückbringen zu können. Andere schlagen vor, das prolabierte Netz einfach abzutragen. Dieses Vorgehen setzt voraus, daß der Darm im Abdomen intakt ist. Die Möglichkeit besteht sicher. HÄRTEL z. B. entfernte einen Netzprolaps noch nach 2 Tagen mit Erfolg. Auch GÖBEL und HOSEMANN hatten Glück (Sekantenschuß, Flankenschuß). Dieser Glücksfall tritt nur selten ein. HÄRTEL sah unter 11 Netzprolapsen nur 3mal den Darm unverletzt; auch MOST spricht von der Seltenheit der Fälle mit Netzprolaps ohne Darmverletzung. Beim Steck- und Durchschuß besonders in den unteren Partien des Abdomens ist es höchst wahrscheinlich, daß intraabdominale Verletzungen vorliegen, auch wenn der vorliegende Darm intakt ist. BÖHLER notierte 2mal bei Darmprolapsen (sagittale Durchschüsse) eine Abreißung der abführenden Schlinge. Wir selbst operierten keinen einzigen Prolaps, der nicht mit intraabdominellen Per-



forationen kompliziert war. Für uns ergab es sich von Anfang an, das vorgefallene Netz abzutragen und dann konsequent die Laparotomie anzuschließen. Der vorgefallene Darm wies manchmal Einklemmungserscheinungen auf; Gangrän bestand nie. Wenn der Patient in elendem Zustande anlangt, kommt die früher erwähnte Vorlagerung in Betracht (HÄRTEL, HOSEMANN, PEISER u. a.). PEISER will dann nach einigen Tagen die Wunden am vorgelagerten (nicht eingenähten) Darm schließen. Die Schlinge soll sich spontan in die Bauchhöhle zurückziehen. Wenn PEISER davon spricht, daß die Nähte am granulierenden Darm gut halten, weil das jugendliche Bindegewebe eine „besondere plastische Verklebungskraft“ besitzen soll, so vermögen wir ihm nicht zu folgen. Die Resultate bei der Vorlagerung sind nicht sehr ermutigend. LÄWEN brachte nur einen Verwundeten durch; wir verloren alle; ebenso erging es SONNTAG. In den schweren Fällen (breite Aufreißung der Bauchwand; ausgedehnter Darmvorfall) will KÖRTE mit Recht nicht mehr operieren, da die Operation aussichtslos ist. Wir konnten uns nur einmal drei Tage nach der Einlieferung zur Operation entschließen; sie brachte dem Verletzten keine Rettung. Von da ab stellten wir uns auf den resignierten Standpunkt KÖRTEs.

#### Reine extraperitoneale Darmverletzungen.

Bei der Fülle von Verletzungsmöglichkeiten ist es gegeben, daß der Darm auch außerhalb seines peritonealen Überzuges verletzt sein kann. Die Stellen, an welchen dies Ereignis eintreten kann, sind aus der Anatomie bekannt. Das Projektil trifft die Darmwand direkt, welche mangels eines Mesenteriums nicht auszuweichen vermag; es ist aber imstande, wie ASCHOFF, KIELLEUTHNER, SAUERBRUCH und PEISER betonen, sie auch indirekt zu verletzen. Die lebendige Kraft des Geschosses überträgt sich auf die Muskulatur. Beim Durchtrennen der Muskulatur wird dann der Darm, welcher mittels der Faszie mit ihr in Verbindung steht, aufgerissen. Man kann sich bei gefülltem Darm auch eine Sprengung ohne Mithilfe des Faszienzuges vorstellen.

Die Diagnose ist in ganz frischen Fällen nicht immer leicht zu stellen, außer es entleert sich Darminhalt (gallige Beimischung beim Duodenum), oder es entströmen Darmgase aus der Wunde. Das etwa vorhandene Emphysem, welches, wie schon erwähnt, beträchtliche Ausdehnung annehmen kann, vermag ein wichtiger Fingerzeig zu sein. Den Vorschlag, auf das Abdomen einen Druck auszuüben, um Darmgase zum Austreten zu bringen, erwähnen wir nur der Kuriosität halber. Die Röntgenaufnahme dürfte — falls überhaupt möglich — nur bei wenigen Fällen ausschlaggebend sein. Wenn einige Zeit seit dem Trauma verstrichen ist, dann weist die Kotphlegmone auf die Darmverletzung hin. Es können schon nach sechs Stunden (THÖLE) solch deletäre Störungen bestehen, so daß jeder Eingriff zu spät kommt. Wir halten es daher für unrichtig, die Phlegmone abzuwarten (BÖHLER), um mit ihrer Hilfe die Diagnose zu stellen.

Im Zweifelsfalle werden wir den Schußkanal spalten (was bei Granatverletzungen ohnedies das Gebotene ist) und ihn gegebenenfalls bis zur Rißstelle verfolgen. Diese kann in frischen Fällen durch Naht geschlossen werden; die Muskelwunde wird nach Anfrischung verkleinert, unter sorgsamer Bedachtnahme auf guten Abfluß des Sekrets und mit Berücksichtigung des etwaigen Aufgehens der Naht.

Das Bestehen einer Phlegmone verbietet natürlich jeglichen Verschuß, hier dreht sich alles um die Sorge nach einem guten Abfluß (Drainage und lockeres Auslegen mit Jodoformgaze). Bei schwerer Kotphlegmone oder Gasbrand werden wir auch mit der rücksichtslosesten Freilegung zu spät kommen.

Sollte das Duodenum allein extraperitoneal betroffen sein, dann dürfte in frischen Fällen, aber auch nur in diesen, der Bauchschnitt das gegebene Vorgehen sein, je nachdem mit angeschlossener Gastroenterostomie.

Die Grundsätze der Behandlung sind absolut dieselben geblieben, wie die der Friedenschirurgie; wir sind aber gezwungen, uns den wechselnden Verhältnissen des Krieges anzupassen und immer das zu wählen, was unter den vorliegenden Verhältnissen am meisten Hoffnung gibt, das Leben zu erhalten.

Die Prognose der rein extraperitonealen Verletzungen des Darmes ist ganz entschieden von einzelnen zu günstig dargestellt worden. Es war nur von Kottfisteln die Rede, welche sich später spontan schließen sollten. Für vereinzelte Fälle trifft dies zu, sicher nicht für die Mehrzahl. Ein glatter Schuß durch Infanteriegeschloß mit kurzem, direkt an die Oberfläche mündendem Kanal mag ohne besondere Störung zur Ausheilung gelangen. Unwahrscheinlich ist dies, wenn der Schußkanal lang ist, die Verwundung in einer anderen Körperstellung erfolgte, als sie nachher der Patient einnimmt, so daß sich Muskelkulissen verschieben können, Sekretverhaltung bedingen und somit die Kotphlegmone einleiten. Noch übler sind die Aussichten, wenn das Infanteriegeschloß entweder glatt das Becken passierte oder eine ausgedehnte Zertrümmerung des Knochens herbeiführte. Eine schwere Osteomyelitis, welche der Patient kaum übersteht, ist die unausbleibliche Folge. Schrapnellverletzungen sind noch weniger günstig, ganz zu schweigen von den Granatsplittern. Bei diesen kann man unter Umständen schon nach drei Stunden eine Phlegmone deletärster Art feststellen (THÖLE).

#### Abschluß der Operation.

Nach Versorgung der Blutung und der Darmverletzungen obliegt uns noch die Reinigung der Bauchhöhle. Es liegt uns fern, die Frage Austupfen oder Spülen hier zu erörtern. Man wird sich öfter, namentlich im Bewegungskriege, nach den gegebenen Verhältnissen richten müssen. Was die Spülung anlangt, so möchten wir nicht so weit gehen wie HÄRTEL: „Ohne die Möglichkeit ausgiebiger Kochsalzspülung ist eine Laparotomieeinrichtung unvollkommen.“ Wir haben allerdings den entschiedenen Eindruck gewonnen, daß bei reichlicher Kochsalzspülung die Resultate besser waren als beim feuchten Austupfen der Bauchhöhle. Wir hielten die Kochsalzlösung steril in Flaschen vorrätig. Sie wurde zu Beginn der Operation erwärmt und dann entweder direkt oder mit Hilfe des Irrigators in die Bauchhöhle eingegossen. Nur bei starker Verunreinigung führten wir vor der Spülung ein Drainrohr vom Rektum aus ein, wie es seit Jahren bei jauchigen Abszessen im kleinen Becken üblich ist. Das Einbringen von Kampferöl unterließen wir aus leicht begreiflichen Gründen; nach den Erfahrungen aus dem Frieden fiel uns die Entsagung nicht schwer. Die Vuzina era machten wir im Felde nicht mehr mit, können daher nur angeben, daß einzelne Gutes von dem Mittel zu sehen glaubten. Auch über die Spülung mit der Dakinschen Flüssigkeit fehlen uns eigene Erfahrungen. Die von SOULIGOUX und TÊMOIN (1913) empfohlene Ätherwaschung der Bauchhöhle vermögen wir nach den Friedens- und Kriegserfahrungen nur dahin einzuschätzen, daß sie unseren Patienten keinen Schaden brachte (DERGANZ, ebenso FLORSCHÜTZ traten warm für sie ein).

Wir beobachteten immer die Vorsicht (vgl. auch FLORSCHÜTZ), sie nicht bei tiefer Narkose auszuführen (vgl. Tierexperimente von E. SEIFERT). Wir verzichteten auf eine restlose Entfernung der Kochsalzlösung und legten meist nur ein dickes Dränrohr bis in den Grund des kleinen Beckens ein. Seltener wurden die Lendengegenden drainiert, grundsätzlich bei Dickdarmverletzungen. WASLEY BOVIE empfahl zur Vermeidung von Verwachsungen das Eingießen einer 2%igen Natriumzitratlösung in einer 2%igen Natriumchloridlösung.

Die Bauchdeckennaht erfolgte in Schichten, öfter unter Verwendung der Bleiplattennaht, deren Vorzüge wir aus der HELFERICHschen Klinik kannten. BRAUN hat mehrmals während des Krieges auf ihre Vorzüge aufmerksam gemacht. Freilich bietet auch sie keine absolute Garantie gegen eine Dehizensz der Bauchdeckennaht.

### Steckschüsse.

Wie aus den früheren Angaben hervorgeht, ist nicht immer mit Sicherheit zu beurteilen, ob das Geschoß in die Peritonealhöhle eingedrungen ist, und ob es in dieser Verletzungen setzte. Letzteres kann zweifelhaft sein, auch wenn Ein- und Ausschuß dafür sprechen. Liegt ein Steckschuß vor, welcher sich bei jeder Geschoßart einstellen kann, so wird die Entscheidung nicht in allen Fällen ganz einfach sein. Ein Steckschuß ohne Magen-Darm-Verletzung mag bei großem Andrang getrost für ruhigere Stunden zurückgestellt werden, während eine Läsion der genannten Organe ein Eingreifen erfordert. Von einigen wurde der Röntgenuntersuchung solcher Fälle ein hoher Wert beigemessen. Man ging so weit, sie unbedingt zu verlangen. Dies scheint uns übertrieben. Wenn mit Hilfe der Röntgenaufnahme der Nachweis geliefert ist, daß das Geschoß in der Bauchhöhle steckt, so ist damit der Beweis einer Verletzung des Darmtrakts noch nicht gegeben, es sei denn, daß die Gasblase unterhalb des Zwerchfelles auf sie hinweist. Mehr als eine Unterstützung möchten wir daher die Durchleuchtung bzw. Aufnahme nicht bezeichnen. Das Geschoß in der Bauchhöhle braucht ebenso wenig wie dasjenige, welches sie ganz durchsetzte, Magen oder Darm verletzt zu haben. Die genaue klinische Untersuchung wird unser Handeln bestimmen, die etwaige Röntgenuntersuchung sie fördern.

Wir möchten nicht so weit wie REHN gehen, welcher sie ablehnt, weil sie Beschwerden verursacht und unter Umständen sogar Schaden verursachen kann. Es wird sich nur um die leichteren, ungewissen Fälle handeln, nicht um den aufgelegten Darmschuß. In solchen verträgt der Patient auch eine Untersuchung mit Hilfe der Röntgenstrahlen. Die Berücksichtigung des Röntgenbefundes allein vermag allerdings Schaden zu stiften. Dies ist dann der Fall, wenn nach Einschuß und Lagebestimmung des Geschosses dieses nicht in der Bauchhöhle liegt, wohl aber eine Ruptur des Darmes bedingte, oder wenn es nach Passieren der Bauchhöhle in den Wandungen steckenblieb.

Bei anderen Geschossen als denen der Infanterie, auch bei diesen, falls es sich um Aufschläger oder Querschläger handelt, wird es sich ohnedies empfehlen, eine Revision der Wunde vorzunehmen; besteht Verdacht auf eine Darmverletzung, so wird der Schnitt zur Probeinzision nicht allzu schwer fallen. Wenn sich nach ihm eine Läsion des Darmes herausstellt, wird die schon getroffene Wunde erweitert oder an geeigneter Stelle eine neue gesetzt.

Die erste Sorge gilt sodann den Läsionen des Darmes. Dabei findet man dann und wann das Geschoß im Darmlumen, den Granatminensplitter an einer Ausschußstelle, verfilzt mit der Umgebung, im Mesenterium, oder frei im weiten Raum des Peritoneum (dazu Kleiderfetzen, Knochensplitter). Falls keine Lagebestimmung stattgefunden hat, wird man sich mit dem Suchen nach dem Fremdkörper nicht aufhalten; im anderen Falle steht — falls die Kräfte des Patienten es zulassen — nichts im Wege, ihn zu entfernen. Wir beseitigen damit oft eine hohe stetige Infektionsgefahr. Die Ortsbestimmung des Geschosses kann auch bei Spätabzessen für die Art des Eingehens von Bedeutung sein. Wenn z. B. ein Douglasabszeß ohne Fremdkörper vorliegt, so wird man ihn auf dem Wege des Rektums eröffnen, im anderen Falle wird er pararektal oder von der Inguinalgegend aus anzugehen sein, im letzteren Falle mit etwa anschließender Drainage durch das Rektum. Bei psoas- und paranephritischen Abszessen wird die Lage des Fremdkörpers für die Stelle der Inzision maßgebend sein.

Wir werden auf jeglichen Eingriff bei diagnostiziertem und lokalisiertem Geschoß verzichten, wenn dieses keine Erscheinung macht. Dann und wann wird es per vias naturales entleert. Verbleibt es innerhalb der Bauchhöhle, so steht seiner Einkapselung nichts im Wege (Abb. 14). Wir sahen ein englisches Infanteriegeschosß schon nach 4 Tagen von Netz umschlossen. Adhäsionsbildung, Stränge, Knickung können zu Störungen der Darmpassage führen, die nach den gegebenen Verhältnissen zu behandeln sind; auf diese weisen wir bei den Spätfolgen der penetrierenden Bauchschüsse noch hin.



### Nachbehandlung.

Bei elenden Kranken verabreichten wir am Ende der Operation eine intravenöse Kochsalzinfusion mit den üblichen Zusätzen (Digalen, Adrenalin usw.). Allzuviel kam dabei nicht heraus, was auch GARRÉ hervorhob. Die subkutane Einverleibung der Lösung kam nicht in Anwendung. PRIBRAM weist auf die Gefahr des Gasbrandes bei ihrer Ausführung hin. Die Rücktransfusion des Bauchhöhlenblutes kommt leider nicht in Betracht, da der Darmtraktus eröffnet ist. Bei Milzverletzungen sahen wir Gutes von ihr.

Die Einverleibung fremden Blutes ist zu diskutieren, falls sich ein Spender findet. Auf ihre verschiedene Ausführung gehen wir hier nicht ein. Es sei nur erwähnt, daß wir im Felde bei der Transplantation fremden Blutes einen Todesfall infolge von Hämolyse zu beklagen hatten (schwere Anämie nach Verletzung der Art. max. int.). Der Fall steht nicht allein (L. BRUCE, ROBERTSON, KUCZYNSKI, PEREY u. a.).

Nach Vollendung des Eingriffes wird der Verwundete in das womöglich vorgewärmte Bett gebracht unter Beckentieflagerung. SAUERBRUCH verzichtet auf diese. Wenn der Operierte nach dem Erwachen aus der Narkose öfter erbricht, ist eine Magenspülung oft von großem Nutzen.

Im weiteren besteht die Hauptsorge in der Anregung der Peristaltik. Wir machten vom Heißluftkasten in seinen verschiedenen Modifikationen den ausgiebigsten Gebrauch unter Berücksichtigung des Kräftezustandes des Patienten. Physostigmin, Peristaltin kamen selten in Anwendung, nie Hormonal und Neohormonal. Glyzerininjektionen wurden verabreicht, solange das Mittel vorhanden war, Einläufe bei Dünndarmverletzungen. Die Anlegung einer Darmfistel

(HEIDENHAIN), so richtig und begründet sie nach den Tierexperimenten (ENDERLEN und HOTZ) auch ist, enttäuscht leider manches Mal; meist wird sie zu spät ausgeführt, wenn bereits Darmlähmung besteht\*). Den quälenden Durst bekämpften wir durch Darreichung von Tee in geringen Mengen (MERTENS), Mundspülungen und Auflegen von oft angefeuchteten Gazeläppchen auf die trockenen Lippen. Neben der intravenösen Kochsalzinfusion fand der intrarektale Tröpfcheneinlauf (MURPHY) eine ausgedehnte Anwendung. Nur selten mußten wir von ihm abstehen. Wenn Stuhlgang erfolgt ist und Darmgase abgegangen sind, braucht man mit der Diät weniger ängstlich zu sein (MERTENS, SCHÖNE). Wir fragten die Patienten öfter wegen des Frühaufstehens, fanden aber absolut keine Gegenliebe, ein Zwang wurde nicht ausgeübt. Wir ließen die Beine fleißig bewegen und den „Spaziergang im Bett“ (HENLE) üben.

Die Bronchitis war oft eine störende, unangenehme Beigabe. Sie wurde mit Hilfe von Inhalationen bekämpft. Pneumonien waren nicht immer hintanzuhalten.

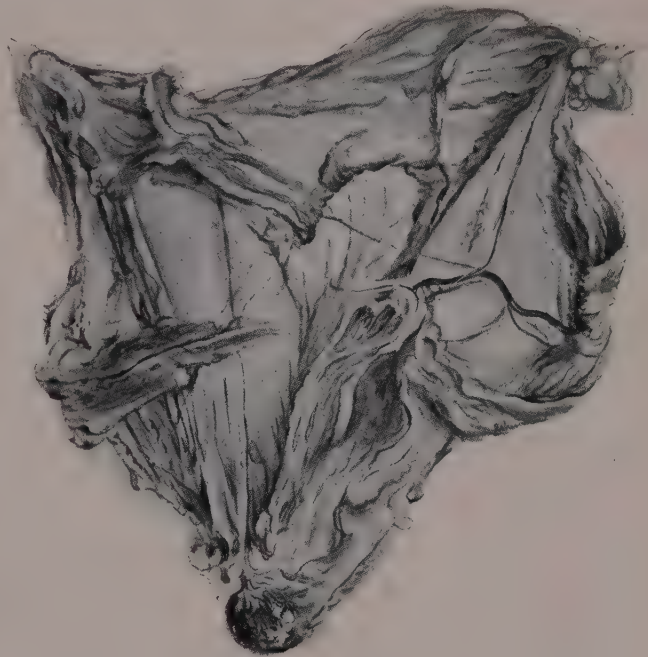


Abb. 14. Älterer Schrapnellkugelsteckschuß im großen Netz.

\*) In jüngster Zeit trat MELCHIOR wieder warm dafür ein.

## Behandlung der septischen Durchfälle.

Die Darreichung von Opium, kombiniert mit Tannin neben vorsichtiger Ernährung genügt nicht immer. PRIBRAM, welcher die Ursache für die Störung in einer Achylie sucht, empfiehlt, sie mit Salzsäurepepsingaben anzugehen, außerdem verabreicht er noch Tierkohle. In den meisten Fällen trat Erfolg ein: die Diarrhöen sistieren, und während früher unverdaute Speisen abgingen, kommt es zu normal geformten Stühlen unter wesentlicher Besserung des Zustandes des herabgekommenen Patienten.

## Störungen im Wundverlauf.

Der Heilungsverlauf der Bauchwunde ist manchmal durch Stichkanalleitungen, Fasziennekrose, schlimmsten Falles durch Aufgehen der Naht in der ganzen Flucht gestört. Im letzteren Falle arbeitet man mit Heftpflasterzügen, Bleiplattennaht (falls nicht primär angelegt) entgegen. Immer erreicht man das Ziel nicht: am vorliegenden Darm kann sich dann in der Folge eine Kottistel entwickeln.

Als schwere Komplikationen haben wir noch den Tetanus und den Gasbrand zu nennen. Ersteren konnten wir einmal mit Ausgang in Heilung beobachten. An Gasbrand verloren wir 2 Fälle, welche bereits günstige Aussichten boten. MARWEDEL beobachtete einen hierher gehörigen Fall nach Magen-Leberschuß. HÄRTEL sah unter



Abb. 15.  
Interlobäres Empyem  
nach Clairmont.

27 Granatverletzungen 4 Patienten mit Gasbrand, alle erlagen ihm. WIETING hatte unter 250 Bauchschüssen 7mal die Infektion mit Gasbazillen in den Bauchdecken zu verzeichnen. In unseren Fällen waren teils die Bauchdecken, teils das retroperitoneale Gewebe befallen. Die gründliche Revision dürfte noch am ehesten schützen, obwohl ihr in der Bauchhöhle gewisse Grenzen gesteckt sind. PFLAUMER suchte dem Gasbrand durch alleinige Behandlung mit Jodtinktur, Perubalsam und Phenolkampfer zu begegnen. Wir möchten uns nicht allzuviel davon versprechen. Wenn die Diagnose gestellt ist — manche Fälle entgehen ihr (HARTUNG), kann der Versuch mit Serum gemacht werden.

Von anderen Komplikationen nennen wir sekundäre Abszesse in der Bauchhöhle und Eiterungen im Pleuraraum. Temperatursteigerungen, Schmerzen, umschriebene Dämpfung, Schleimbeimischung zum Stuhl (Douglas), Leukozytose werden uns aufmerksam machen. Bei den Eiterungen in der Brusthöhle nach Verletzungen des Oberbauchraumes ist das interlobäre Empyem nicht zu vergessen, auf welches unter deutschen Autoren, besonders CLAIRMONT, hinwies (Abb. 15).

Als Begleiterscheinungen der umschriebenen Abszesse oder der Verklebungen kann sich ein Darmverschluß einstellen, welcher kein längeres Zuwarten erlaubt. Die Entfernung des Eiters macht die Passage wieder frei, im anderen Falle kommt die Lösung der Verklebungen oder bei größerer Ausdehnung die Anastomose in Frage. Zum ultimum refugium der Fistelanlegung sollte man es nicht kommen lassen.

## b) Schußverletzungen des Mastdarmes.

## Mastdarmverletzungen.

Gemäß der anatomischen Einteilung können wir zwischen 1. intra- und 2. extra-peritonealen Verletzungen des Mastdarmes unterscheiden. Mastdarmverletzungen ohne Beteiligung des Knochens kommen vor, auch dann, wenn ein Durchschuß beide Gesäßbacken trifft. KÖNIG gibt dafür einen instruktiven Schnitt durch die beiden Schenkelhalspartien. Infanteriegeschosse aus großer Entfernung vermögen wohl dann und wann leichtere Verletzungen zu setzen. Bei ihnen kann sogar Spontanheilung eintreten, wie es in der Beobachtung von RÖSSLE der Fall war. RÖSSLE fand bei



einem Soldaten, welcher an einer postanginösen Allgemeininfektion zugrunde gegangen war, eine ausgeheilte Periproktitis und in der Mastdarmschleimhaut eine kaum sichtbare Narbe. Erst die mikroskopische Untersuchung sicherte durch Nachweis von narbigen Unterbrechungen der Darmmuskulatur die Stelle der früheren Schußverletzung.

Ein mit großer Rasanzen am Mastdarm vorbeieilendes Geschloß vermag die Schleimhaut im Inneren des Organes zu sprengen. ASCHOFF zeigte in einer Kriegssitzung ein solches Präparat. Dem entsprechenden Teil des Rektums war infolge seiner Fixation die Möglichkeit genommen, dem Geschloß auszuweichen. An Stelle der geplatzten Schleimhaut vermögen dann Geschwüre aufzutreten (KIELLEUTHNER).

Anderer Art sind die folgenden Schüsse: ZIMMERMANN beschreibt 3 Fälle von Schüssen in der Gegend des Beckenausganges, bei welchen es zu einer Auslösung des Anus mit einem mehr oder weniger langen Teile des Rektums gekommen war. Darm und After selbst waren unverletzt. Es war ein Befund gegeben, wie er sich darstellt bei der Amputatio recti nach LISFRANC vor Abtragung des peripheren Stückes. Wir machten eine derartige Beobachtung. ZIMMERMANN glaubt mit Sicherheit an eine Sprengwirkung. „Offenbar hat zwischen der äußeren Haut und dem Mastdarmrohr eine explosionsartige, nach allen Seiten hin gleichzeitig wirkende plötzliche enorme Drucksteigerung stattgefunden, derzufolge die Haut an ihrer schwächsten Stelle — Raphe- und Hautschleimhautgrenze — geborsten ist. Die Muskel- und Fettmasse zwischen Darmrohr und Haut hat sich also verhalten wie eine halbflüssige, fast weiche Substanz. In dieser hat sich der durch das Auftreffen des Geschosses erzeugte hydrodynamische Druck nach allen Richtungen verbreitet. Die Beckenknochen verhinderten die Ausbreitung in die Quere, senkrecht zum Mastdarmrohr, nur nach dem Damm war das Gewebe nachgiebig. Das Rektum selbst wurde dadurch geschützt, daß es durch den Druck gleichmäßig von allen Seiten getroffen wurde; bei der Längsausdehnung war es offenbar resistenter als die Umgebung des Anulrings, die denn auch zugleich mit der Raphe durchriß. So ist es auch verständlich, warum das Rektum, nicht nur der Anus, aus seinen Verbindungen mit den umliegenden Geweben ausgelöst wurde, ohne selbst verletzt zu werden.

KÖRTE teilt eine Beobachtung mit, in welcher der Mastdarm in der Kreuzbeinaushöhlung durchschlagen war; die Verletzung hatte außerdem Äste der Art. haemorrhoidalis media und die Art. glutaica superior betroffen.

Die gleichzeitige Verletzung von Mastdarm, Harnröhre oder Blase (KÖRBER u. a.) ist infolge der anatomischen Verhältnisse und der verschiedenen Möglichkeiten der Schußrichtung gegeben. Auf die Mitbeteiligung des knöchernen Beckens wurde oben schon hingewiesen und dabei angegeben, daß sie relativ häufig ist. Läsionen der großen Beckengefäße kommen wohl selten noch zur Beobachtung, sie führen rasch zum Tode. In Mitleidenschaft gezogene Nerven können später ein Gegenstand ernster Sorge sein. Eine isolierte intraperitoneale Läsion des Rektums (ohne Knochenverletzung) dürfte den anatomischen Verhältnissen entsprechend zu den Seltenheiten gehören. Wir begegneten in einigen Fällen einer Verletzung des Colon pelvinum in der genannten Region bei anderweitigen Perforationen des Dünn- bzw. Dickdarmes. Daß die Blase dabei mitbetroffen sein kann, bedarf keiner weiteren Ausführung.

#### Symptome der Mastdarmschüsse.

Wir werden in allen Fällen eine Blutung in den Mastdarm zu erwarten haben. Diese ist um so reichlicher, je mehr die Wandung des Darmrohres verletzt wurde. Ein Ausfließen von Blut braucht bei intakten Sphinkteren nicht stattzufinden, und es dürfte nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit gelegen sein, daß sich der Verwundete in seinen Mastdarm hinein verblutet. Der Fall, welchen RÖSSLE mitteilt, lehrt, daß keine schweren Erscheinungen aufzutreten brauchen, auch die Periproktitis muß in dem betreffenden Falle relativ mild verlaufen sein.



Auf die Zertrümmerung des Beckens kann eine stärkere Blutung hinweisen oder Knochensplitter, welche in der Ausschußwunde liegen.

Wenn Harnröhre oder Blase mitbetroffen sind, wird der Harn seinen Weg durch den Schußkanal nehmen. Immer ist dies nicht der Fall. Wenn die Wunde in der Blase klein ist, kann sie durch die Schleimhaut verschlossen werden und günstigen Falles spontan zur Ausheilung kommen. Bei diesem glücklichen Ereignis ist es — Steckschuß vorausgesetzt — möglich, daß im Laufe der Heilung Erscheinungen auftreten, welche die Entfernung des Projektils aus der Blase erfordern.

Ein ausgedehnter Riß in der Blase wird sich anfangs durch das Unvermögen, Urin zu lassen, und die bald eintretende Harninfiltration oder die Symptome der Peritonitis kundgeben. Wenn die Harnröhre mit zum Opfer fällt, so werden Harnbeschwerden und folgende Infiltration der Dammgegend auf sie hinweisen. Intraperitoneale Verletzung der Blase, vergesellschaftet mit einer Perforation des intraperitonealen Mastdarmabschnittes, ruft die früher ausführlich beschriebenen Symptome hervor.

#### Diagnose.

Blutiger Abgang aus dem Anus wird keinen Zweifel über die stattgehabte Verletzung zulassen, man hat sich dann digital über Sitz und Ausdehnung der Läsion zu vergewissern.

Bei der Untersuchung mit dem Finger wird das ihm anhaftende Blut einen Hinweis geben, falls die Öffnung im Darm für das Fühlen zu hoch oben liegt.

Auf kleinste Verletzungen des Peritoneums weist besonders ENGEL hin. Diese können bei der rektalen Untersuchung dem tastenden Finger entgehen, verursachen auch infolge ihres tiefen Sitzes im kleinen Becken zuerst keine Bauchdeckenspannung. Liegt die etwa gefühlte Mastdarmverletzung auch nur ein wenig höher als die Prostata (ventral), so ist größte Vorsicht am Platze.

Die Rektoskopie auszuführen wird selten Gelegenheit sein, jedenfalls muß man bei ihr große Vorsicht walten lassen. Die Aufblähung des Darmes muß unterbleiben. Es besteht bei den Einrissen der Mastdarmschleimhaut allein durch die Untersuchung die Gefahr einer Ruptur, da die Blutung die Übersicht stört. Bei vorhandener Lücke kann diese vergrößert und der Infektionsstoff weiter verbreitet werden. Bei Verdacht auf eine Komplikation von seiten des Harnapparates bedingt die *lege artis* vorgenommene Untersuchung mit dem Katheter den gewünschten Aufschluß. Ferner wird die zeitweise oder konstante Ansammlung von blutigem Harn im Rektum durch die Untersuchung leicht festgestellt. In manchen Fällen tritt später eine Pneumaturia spuria auf, ferner wird der Harn immer zystitische Veränderung zeigen.

Die Aufreißung des Mastdarmes, die Aushülung seines unteren Endes sind zu augenfällig, um einer weiteren Erörterung zu bedürfen.

Bezüglich der intraperitonealen Verletzung verweisen wir auf die früheren Ausführungen.

#### Prognose der Schußverletzungen des Mastdarmes.

Es ist sicher festgestellt, daß einfache Schußverletzungen des Mastdarmes ohne jeden chirurgischen Eingriff zur Heilung kommen können. Wir verweisen auf den schon mehrmals erwähnten Fall von RÖSSLE. Auch schwere Verletzungen des Rektums können bei konservativer Behandlung zum günstigen Ausgang kommen, wie ein Fall von DILGER und MEYER beweist: „der ganze untere Rektumanteil war fortgerissen und eine große Höhle statt dessen geblieben“. Es bestand eine ausgedehnte Phlegmone. Obwohl kein Anus praeternaturalis angelegt wurde, trat nicht nur Heilung, sondern auch Kontinenz ein. Falls der Tod nicht eintritt, wird meist Inkontinenz oder eine Rektalfistel der Ausgang sein. In der Heimat bekamen wir einige Male Fisteln zur weiteren Behandlung und schlossen sie nach Anfrischung und Naht mit Hilfe des Rotterschen Lappens.

Bei jeder Mastdarmverletzung droht dem Träger die Phlegmone des Beckenbindegewebes, deren Gefahr wir aus der Friedenspraxis bei der Resectio recti zur Genüge kennen. Tritt die Läsion der unteren Harnwege hinzu, so kann noch die drohende Urinfiltration hinzukommen, andererseits die Infektion der Blase und Nieren.

FRANZ entfernte bei 15 Fällen von extraperitonealer Mastdarmverletzung das Steißbein, gelegentlich auch noch die beiden untersten Sakralwirbel.

8mal war die Blase mitverletzt, hier wurde das Spatium praevesicale eröffnet; 5mal führte er die Sectio alta aus. Sämtliche Patienten konnten nach 4–8 Wochen abtransportiert werden.

Über die Malignität der intraperitonealen Rektumverletzung, kombiniert mit einer solchen der Blase oder weiteren Darmverletzungen, brauchen wir keine Worte zu verlieren.

Nur einige Daten mögen angeführt werden: KRASKE berichtet über 3 extraperitoneale Mastdarmverletzungen. 1 Fall heilte, 2 mit ausgedehnter Becken- und Weichteilertrümmerung starben akut an jauchiger Phlegmone. KRASKE behandelte ferner 4 Mastdarmverletzungen, die mit Zerreißung der Blase kompliziert waren. Zweimal handelte es sich bei beiden Organen um extraperitoneale Läsionen. Die beiden anderen (Rektum extra-, Blase intraperitoneal; Rektum intraperitoneal, ebenso Blase; außerdem Löcher im Dünndarm) gingen zugrunde. KÖRTE verlor von 7 Bauch-Blasen-Schüssen 3, die mit Mastdarmverletzung kombiniert waren.

Weitaus die schlechteste Vorhersage bieten die Mastdarmschüsse, welche mit Schußfraktur der Beckenknochen kombiniert sind. Die schwere Osteomyelitis, welche sich an sie anschließt, spottet zumeist allen therapeutischen Bestrebungen.

Wir werden kaum Widerspruch finden, wenn wir behaupten, daß jeder Mastdarmschuß eine ernste Vorhersage bietet.

#### Behandlung der Mastdarmschüsse.

Bei Gewehrschüssen aus großer Entfernung, welche eine oder zwei kleine Eröffnungen in dem extraperitonealen Teil des Rektums geschaffen haben, dürfte Einführen eines mit Jodoformgaze umwickelten Dränrohres genügen. Man wird sich dazu entschließen, wenn es sich um frische Verletzungen handelt und die Ampulla recti leer ist. Wir möchten dieses Vorgehen demjenigen von KÖNIG vorziehen, welches in einer starken Dehnung des Sphincter ani besteht. Das umwickelte Dränrohr dient einerseits zur Blutstillung, andererseits erleichtert es uns die Diagnose einer Nachblutung. Wie fast allgemein nach Mastdarmoperationen üblich, wird Opium gegeben. Wir hatten bei diesem Vorgehen mehrmals guten Erfolg. Auch KARER berichtet über einige auf diese Weise behandelte Fälle, bei welchen nach anfänglicher Fistelbildung Heilung eintrat. — Als Seltenheit sei erwähnt, daß TROMP nach Entfernung einer Kugel, die unter der vorderen Mastdarmschleimhaut saß, ein ausgedehntes Hautemphysem konstatierte.

Wir haben anders vorzugehen, wenn die Verletzung nicht mehr in frischem Zustande in unsere Hände kommt und bereits Eiterung und Jauchung eingesetzt hat. Dann ist es gegeben, den Schußkanal breit freizulegen, wenn es geht, unter Schonung der Sphinkteren, wenn nicht, unter ihrer Durchtrennung, sei es auch an zwei oder mehreren Stellen. Auf die spätere Kontinenz darf dann nicht Rücksicht genommen werden. Besonders energisch hat sich unser Vorgehen zu gestalten, wenn der mit Recht gefürchtete Gasbrand sich bei einem Schusse eingestellt hat, welcher weit in die massige Glutealmuskulatur hineinreicht.

Wir werden ferner auch bei tiefsitzenden Verletzungen breit freilegen, wenn ausgedehntere Quetschungen und Zerreißungen der Weichteile vorliegen und knöcherne Teile des Beckens in Mitleidenschaft gezogen sind.

Die breite Freilegung des Rektums von rückwärts unter Opferung des Steißbeins, Durchtrennung der untersten Fasern des M. gluteus maximus am Ansatz an das

Steißkreuzbein, Durchtrennung der Ligamenta tuberoso- und spinoso sacra ein- oder doppelseitig (je nach Erfordernis) gewährt uns freie Übersicht und die Schaffung guter Abflußverhältnisse. In den Fällen, in welchen wir sie ausführten, hatten wir das Vorgehen nicht zu bereuen. EXNER, FRANZ, LIEBLEIN und LÄWEN treten ebenfalls dafür ein. KIRCHMAYR behandelte 12 Schüsse des Rektums, die die Ampulle betrafen. In allen Fällen handelte es sich um Verletzungen mit Infanteriegeschöß. 7mal war der Knochen intakt. In frischen Fällen legte er mit Hilfe je eines paraanalen Schnittes Ein- und Ausschußöffnung frei und schloß die Schußwunde durch eine Tabaksbeutelnaht, ohne die Schleimhaut mitzufassen. Es folgte lockere Tamponade, welche nach 2 Tagen durch ein Drän ersetzt wurde. Wenn Eiterung bestand, so legte er den oder die Eiterherde mit dem obenerwähnten Schnitte frei (der Einschuß war öfter schon in Heilung). Weitgehende Kotphlegmonen verfielen einer energischen Spaltung. KIRCHMAYR verlor nur einen Patienten, welcher durch Dysenterie stark geschwächt war.

Die Darreichung von Opium, etwa 6 Tage lang, und flüssige Nahrung möchten wir in der Nachbehandlung nicht missen.

Weniger günstig sind die Erfolge, wie auch LIEBLEIN hervorhebt, wenn bei der Übernahme des Patienten bereits eine jauchige Phlegmone die nähere und weitere Umgebung des Mastdarmes ergriffen hat.

Das pararektale Vorgehen wird sich auch dann empfehlen, wenn es sich um Abszesse handelt, die im Cavum ischio bzw. pelvi rectale einem Schuß folgten, welcher nur ein Hämatom in der Nähe des Rektums setzte, ohne dieses direkt zu verletzen.

Wir sind ferner der Meinung, daß der eben vorgeschlagene Weg nicht stets durch die Kolostomie bzw. Anus praeternaturalis überflüssig gemacht wird. Für diese traten JOSEPH und insbesondere STOLZ ein. Ersterer empfiehlt, eine kleine Öffnung im Darm anzulegen; wir vermögen ihm hierin nicht zu folgen. Die Absicht, den Kot von der Wunde abzuhalten, wird damit sicherlich nicht erreicht. STOLZ empfiehlt für die Enterostomie als Ort der Wahl das S. romanum, falls eine Phlegmone dies nicht erlaubt, das untere Ileum; wir möchten dem Colon transversum oder Zökum den Vorzug geben.

Der Anus praeternaturalis ist sicher von Vorteil, besonders dann, wenn man ihn frühzeitig anlegen kann, wenn infolge günstiger Umstände noch keine Infektion eingetreten ist. Die Ablenkung des Kotes vermag dann der Phlegmone vorzubeugen. STOLZ teilt eine Beobachtung mit. Es gelang ihm noch durch die am Tage nach der Verletzung ausgeführte Kolostomie die Infektion zu vermeiden und eine ungestörte Heilung zu erzielen. Es lagen in diesem Falle allerdings sehr günstige Bedingungen vor. Der Verwundete hatte von der Verletzung ab nur flüssige Nahrung erhalten, der Mastdarm war frei von Kotmassen, die Perforation relativ klein. Nach stattgehabter Infektion kann man von dem Anus praeternaturalis nur erwarten, daß der Nachschub infektiösen Materials zu der Wundhöhle hin aufhört, auf die Kotphlegmone des Beckenbindegewebes ist er natürlich ohne Einfluß. Tritt diese trotz frühzeitiger Anlegung des Kunstafters ein, so ist das obenerwähnte parasakrale Vorgehen indiziert.

Bei den Aushüslungen des Rektums mit dem Anus gelegentlich von Schüssen in der Gegend des Beckenausganges könnte man — die Verlockung ist zu groß — versucht sein, den Mastdarm herunterzuholen und an seiner normalen Stelle zu fixieren. Dieses Vorgehen ist zwecklos, wie auch ich mich selbst überzeugen mußte; die Nähte schneiden durch, die Gefahr der Beckenphlegmone droht. Besser ist es, etwaige Taschen zu spalten und zu dränieren. Unter Verbänden und Bädern (Sonnenbädern gegebenenfalls) reinigt sich die Wunde; sie granuliert, und langsam kommt der Analring wieder aus seiner Versenkung heraus. Manchmal wird in solchen Fällen eine Amputatio recti das gegebene Verfahren sein.

Die Schüsse, welche außer dem Mastdarm noch die Blase trafen, erfordern eine besondere Hervorhebung. Wenn eine breite Kommunikation zwischen beiden Organen besteht, sind die Verletzten in einem bedauernswerten Zustande. Sie sind ständig von Kot und Urin benetzt, sie „schwimmen in beidem“, wie GEIGES sich ausdrückt.



Ist die Verbindung klein, so geht nicht stets Kot in die Blase über, er kann sich auch auf normalem Wege entleeren. Es besteht die Möglichkeit, daß eine Fistelbildung ausbleibt. GEIGES ist dafür, in diesen Fällen sich abwartend zu verhalten. Wir möchten glauben, daß es vorteilhafter ist, in beiden Fällen, da man im Feldlazarett mangels der Zystoskopie meist über die Größe der Verbindung zwischen Blase und Mastdarm nicht orientiert ist, einen Anus praeternaturalis anzulegen.

In dem Falle, welcher von GEIGES angeführt wird zur Illustration der Spontanheilung, wurde ebenfalls ein widernatürlicher After angelegt.

Die Blase wird man mit einem Verweilkatheter versehen und den Patienten die Bauchlage einnehmen lassen. Es bekommt auf diese Weise die Wunde von beiden Seiten Ruhe, und die Verbindung zwischen Blase und Mastdarm kann sich unter günstigen Umständen spontan schließen.

FRANZ empfiehlt, bei allen extraperitonealen Blasenverletzungen das Spatium praevesicale zu eröffnen. Die Ränder der Blasenwunde vernäht er mit den Musc. recti und dräniert durch sie.

Auf den Schluß permanenter Fisteln haben wir später noch kurz einzugehen.

Wir verkennen durchaus nicht, daß der widernatürliche After für den Träger mancherlei Unbequemlichkeiten bringt, möchten aber doch glauben, daß er große Vorteile hat. Der Wundverband gestaltet sich mangels der Überschwemmung mit Kot einfacher und schonender. Dekubitus wird leichter vermieden; die Fürsorge für den Anus praeternaturalis gestaltet sich bei geeigneter Diät nicht allzu schwierig.

FOGES gab in einem Falle täglich früh und abends 1 Löffel Tierkohle per os und beobachtete daraufhin ein Schwinden des Fäkalgeruches. Wir müssen leider mitteilen, daß wir diese Beobachtung in einer Anzahl von Kunstastern nicht machen konnten, so erwünscht uns eine Bestätigung gewesen wäre.

Zusammenfassend darf man sagen, daß die Vorteile des Anus praeternaturalis seine Nachteile reichlich überwiegen.

Im Anschluß an die bisherigen Erörterungen sei noch der Verletzung der Beckenknochen gedacht.

Das Steißbein wird, wie erwähnt, bei der dorsalen Freilegung des Rektums entfernt, je nachdem kommen noch die beiden letzten Kreuzbeinwirbel in Wegfall. Die Osteomyelitis, welche sich am Knochenwundrande einstellt, ist nicht besonders schwer einzuschätzen; eine umschriebene Nekrose wird die Folge sein.

Deletärer sind die Verletzungen der übrigen Knochen, besonders der Darmbeinteller. Wenn sich in diesen eine ausgedehnte Osteomyelitis mit einer Phlegmone des Beckenbindegewebes kombiniert, nützt oft auch die rücksichtsloseste Opferung des Knochens nichts mehr.

#### Intraperitoneale Mastdarmverletzungen.

Nach unseren Erfahrungen handelt es sich bei den intraperitonealen Verletzungen des Mastdarmes meist noch um anderweitige Perforationen des Dick- bzw. Dünndarmes oder auch der Blase. Wenn die Naht in der Tiefe des Beckens nach ihrer Vollendung unsicher erscheint, empfiehlt es sich, einen Anus praeternaturalis anzulegen, gegebenenfalls kann man eine vorhandene Perforation des Dickdarmes hierzu benutzen. Der Sicherung durch aufgestepptes Netz oder, falls man einen Umweg vorzieht, durch einen Faszienlappen, steht dabei nichts im Wege. Unter Umständen wird man, wie bei der Resektion des Mastdarmkarzinoms, den „kombinierten Weg“ beschreiten.

LÄWEN fand einmal bei der Laparotomie die tiefste Stelle der Douglasschen Falte geöffnet und den Mastdarm hier durchschossen. Nach vorläufigem Verschuß der Bauchwunde wurde das Kreuzsteißbein reseziert und der Mastdarm nach unten gezogen. Auf diese Weise gelang es leicht, seine beiden Löcher und eine am extraperitonealen Teile der Blasen hinterwand sitzende Öffnung durch die Naht zu verschließen.

### Spätere Folgen der Mastdarmschüsse.

Je nach der Art des Geschosses, der Angriffsbreite, wenn das Rohr vollkommen durchtrennt oder nur eine größere Partie der dorsalen Wand herausgeschlagen wurde, werden Fisteln oder ein Anus praeternaturalis bzw. Stenosen (BORST) zustande kommen.

Vielfach führt, wie wir von der Resectio recti her zur Genüge wissen, die Anfrischung der Fistel mit folgender Naht nicht zum Ziel. In solchen Fällen deckten wir die Naht mit Vorteil durch einen massigen, gestielten Hautfettlappen aus der Umgebung. Wenn die beiden Darmlumina zu einer einfachen Vereinigung zu weit auseinanderliegen, muß man nach Eröffnung des Peritöneum so viel Darm herunterholen, daß eine zirkuläre Naht mit sofortiger Lappendeckung ausführbar ist. Dem „Herunterholen“ sind normalerweise Grenzen gesteckt; man muß dann, wie KÜMMELL, unter Umständen bis zum Colon transversum gehen.

Schüsse mit ausgedehnter Läsion der Sphinkterengegend sind von Inkontinenz gefolgt. Die vielfachen Versuche, sie zu beheben, sind, wie erwähnt, von SCHMIEDEN zusammengestellt; neuere Vorschläge stammen von KÖRBEI. Stenosen verfallen der üblichen Erweiterungsbehandlung, welche an Arzt und Patient große Anforderungen bezüglich der Ausdauer stellt.

REICHEL berichtet über eine schmerzhafte Narbenhernie des Rektums durch einen Defekt des Kreuzbeines hindurch. Die osteoplastische Deckung der Knochenslücke brachte Heilung. Wenn Inkontinenz besteht, kann man eine der vielen Methoden der Sphinkterplastik versuchen. In einem Falle führte ich auf dringenden Wunsch des Patienten die Plastik nach SCHOEMAKER aus. Da man dabei für Erhaltung der Blutgefäße und Nerven keine Garantie übernehmen kann, so dürfte die Aussicht auf Erfolg gering sein.

### Behandlung der Blasen-Mastdarm-Fisteln.

Die Behebung der Fistel ist dann und wann außerordentlich schwierig und undankbar. Es empfiehlt sich, die Fistel nicht früher anzugehen, als bis ein Endzustand der Narben- und Fistelbildung eingetreten ist. Viele Fisteln, auch wenn sie nicht klein sind, heilen bei guter Wundpflege aus. Besonderes Augenmerk ist, wie KIELLEUTHNER hervorhebt, dem Zustande der Blase zu widmen. Eine heftige Zystitis oder Pyelonephritis ist nach den bekannten Regeln möglichst zu bessern, womöglich zu heilen. Man darf nicht vergessen, daß Steinbildung oder auch Tuberkulose der Grund für die Entzündung der Blase sein kann.

Der Mastdarm muß gründlich gereinigt sein. Wenn wegen Schwere der Verletzung ein Anus praeternaturalis angelegt war, dann ist diese Forderung leicht zu erfüllen.

Um an die Fistel heranzukommen, können wir drei Wege beschreiten:

1. den transvesikalen,
2. den perinealen,
3. den parasakralen.

KIELLEUTHNER bespricht und empfiehlt nur den vesikalen Weg. Das Prinzip der Operation ist eine Anfrischung und lappenförmige Ablösung der gesunden Blasen-schleimhaut und getrennte Naht des rektalen Fistelanteiles einerseits und der Blasen-schleimhautlappen andererseits.

Der Eingriff gestaltet sich im einzelnen folgendermaßen:

Nach Einführung von Kathetern in die Harnleiter zur Orientierung über deren Lage während der Operation breite Eröffnung der Blase. Sodann wird die Fistel umschnitten und das meist nicht reichliche Narbengewebe entfernt. Hierauf erfolgt die Lappenbildung; die Lappen müssen nicht nur Schleimhaut, sondern auch die Muskulatur der Blase enthalten. Für ihre Bildung können sich Schwierigkeiten ergeben, wenn der Harnleiter in unmittelbarer Nähe liegt. Es gelingt dann, nach Aufschneiden des intramuralen Harnleiterabschnittes, 1–2 cm zu gewinnen. Die Fistel im Mast-

darm wird durch Tabaksbeutelnaht oder durch Knopfnähte geschlossen. Hier muß große Sorgfalt walten, obwohl dem Blasenlappen der Hauptanteil an dem Verschuß zufällt. Über der geschlossenen Rektalfistel werden dann die vesikalen Lappen durch Katgut-Knopfnähte vereinigt. Die Naht muß am Rande des Lappens derart angelegt werden, daß kein Hohlraum zwischen beiden Nahtflächen entstehen kann.

Ich ging in einem Falle vom Damm aus vor, ebenso HOTZ-GEIGES. In Steinschnittlage wurde ein bogenförmiger Schnitt von einem zum anderen Tuber ischii ausgeführt. Dann geschah die Präparation zwischen Rektum, Harnröhre, Prostata und Blase hinauf bis zur Fistel. Die beiden Organe wurden sorgfältig voneinander gelöst, unter Freilegung der entsprechenden Schleimhaut. Sodann wurde jede Mukosa für sich vernäht und versucht, die Nahtlinien gegeneinander zu verschieben. Dies gelang nicht in dem gewünschten Ausmaß. Darauf dürfte es zurückzuführen sein, daß sich kein primärer Schluß der Fistel einstellte; ob das eingeführte Drän die Mitschuld trug, möchte ich nicht entscheiden; ich wagte keinen vollkommenen Verschuß.

Den sakralen bzw. parasakralen Weg wird man nur dann einschlagen, wenn wegen der frischen Verletzung in dieser Gegend ausgiebig freigelegt werden mußte, eine Bresche somit schon vorhanden ist.

ROBBERS (BISPING) schloß eine Blasen-Mastdarm-Fistel nach Freilegung und Mobilisierung des Rektums unter unfreiwilliger Eröffnung des Peritoneums. Der genähte Mastdarm wurde auf die Öffnung der Blase gelegt, irgendwelche Versuche, die Blasenfistel zu schließen, wurden nicht gemacht. Trotzdem trat glatte ungestörte Heilung ein.

V. HACKER brachte einen Gewehrdurchschuß durch Mastdarm und Blasen Hals zur Heilung. Die Blasen-Mastdarm-Fistel wurde vom Rektum her, nach Spaltung dessen hinterer Wand, geschlossen. Eine Zeitlang bestand eine Fistel.

In der Nachbehandlung ist bei allen Methoden der guten Drainage volle Aufmerksamkeit zu schenken. Bei dem transvesikalen Wege und beim Bestehen einer Bauchfistel der Blase wird man durch ein fingerdickes Drän und einen Verweilkatheter für den Abfluß sorgen. Bleib die vordere Blasenwand intakt, so wird es bei dem Verweilkatheter belassen. Die doppelte Drainage hat den Vorteil, daß sie die täglich notwendigen Spülungen mit kleinen Quantitäten Flüssigkeit erleichtert. Nach 13 Tagen wird das suprapubische Drän entfernt, der Verweilkatheter nach Schluß der suprapubischen Fistel. Die Darreichung von Urotropin, Salol usw. ist selbstverständlich. Wenn von früher her ein Anus praeternaturalis besteht, braucht auf die Ruhigstellung des Darmes keine besondere Rücksicht genommen zu werden, außer daß durch Tamponade das abführende Stück abgeschlossen wird. Ist die Kontinuität des Darmes erhalten, dann wird man während 6—8 Tagen Opium geben.

Die Heilung kann man durch entsprechende Lagerung des Patienten unterstützen. Je nach dem Sitz der Nahtstelle Seiten- oder Bauchlage, um den Urin von ihr fernzuhalten.

Der Weg zur Beseitigung der Blasen-Mastdarm-Fisteln, welchen HARRISON, CRIPPS und auch KIELLEUTHNER beschritten, kann unter Umständen ungangbar sein. Wenn infolge einer Verletzung der vorderen Blasenwand bereits Operationen ausgeführt wurden, können deren Narbenresiduen von Anfang an stören. Sitzt die Fistel zwischen Blase und Rektum tief, so ist der Zugang von vorn nicht praktisch. Es kommt dann hinzu, daß infolge ausgedehnter Narbenbildung Blase und Mastdarm unbeweglich wurden. Ist diese Gegend so derb narbig verändert, dann ist es wohl aussichtslos, von vorn Blase und Mastdarm ohne beständige Verletzung beider Organe zu präparieren. Es bleibt dann nur der dorsale Weg, neben oder durch den Mastdarm hindurch, der von den meisten Autoren, welche mit diesen Komplikationen rechnen mußten, vorgeschlagen wurde (CZERNY, CRIPPS, BILLROTH, SIMON, MAAS, WEINLECHNER, PERTHES, OPPEL, V. HACKER).



Wegen der ausgedehnten Narbenbildung ist es nicht aussichtslos, wie etwa bei Fisteln, welche nach Prostatektomie entstanden (ROCHER, ZIEMBISKI, BULLER, WINDBOLZ), vom Darm aus vorzugehen. Wir selbst hatten bei einer derartigen Operation nur bedeutende Besserung, aber keinen vollen Erfolg erzielt.

Der Zugang durch den Mastdarm (SIMON, CZERNY u. a.) bedingt eine Schädigung des Analringes. Seine Durchtrennung kann schon unter einfachen Verhältnissen eine Schädigung der Kontinenz bedingen. Viel mehr noch ist diese bei der narbigen Umgebung zu fürchten. Es ist daher entschieden von Vorteil, die Spaltung des Analringes, wenn einigermaßen möglich, zu vermeiden. ARND ging dabei folgendermaßen vor:

Längsschnitt in der Raphe, Resektion des Oscocygis. Mediane Spaltung des Rektums drei Querfinger breit oberhalb des Anus beginnend, in einer Ausdehnung von 10 cm Länge. Umschneidung der zutage tretenden Fistel bis in das gesunde Gewebe des Mastdarmes und der Blase. Schluß der Blasenwunde durch einreihige, derjenigen des Rektums durch zweireihige Knopfnah und Katgut.

ARND ließ nach Einlegen eines Dauerkatheters die dorsale Wunde des Mastdarmes und der Haut offen unter lockerer Tamponade. Der Erfolg war sehr gut. Die Rektalwunde schloß sich spontan. Sollte der Patient bereits mit einem Anus praeternaturalis in Behandlung kommen, so dürfte keine Gegenindikation bestehen, zugleich mit der Fistel auch die frische Wunde in der dorsalen Wand des Rektums zu verschließen. Ohne diesen Schutz möchte die Naht etwas gewagt sein.

### c) Schußverletzung von Leistenhernien.

Mancher Träger einer Leistenhernie stand im Felde, mancher wurde draußen von operationsfreudigen Ärzten nicht immer ganz zweckmäßig und manchmal unter ungünstigen Verhältnissen operiert. Die Mitteilungen über Schußverletzungen von Leistenbrüchen sind außerordentlich spärlich. HÄRTEL operierte einen Patienten, bei welchem ein Granatsplitter zwischen den Beinen hindurchging, den rechten Testikel und die beiden Oberschenkel schwer verletzte. Dabei wurde eine rechtsseitige Leistenhernie mit Netzprolaps eröffnet. HÄRTEL führte die Radikaloperation der Hernie mit Erfolg aus, doch erfolgte der Tod an Gasphlegmone. PHILIPOWICZ war glücklicher. Er sah zwei Verletzungen von Bauchorganen außerhalb der Bauchhöhle in Leistenbrüchen. In einem Falle war der Bruchsack in der Gegend des Tuberculum pubicum durch den Schuß eröffnet und Netz prolapiert. PHILIPOWICZ resezierte das Netz und schloß die Radikaloperation nach BASSINI an. Der zweite Verwundete wies eine perforierte Dünndarmschlinge in einer Skrotalhernie auf. SUDHOFF sah bei einem rechtsseitigen Leistenbruch die obere Hälfte des Bruchsackes durchschossen (Infanteriegeschöß). Er mußte eine 29 cm lange Ileumschlinge, welche mehrfach durchschossen und zerrissen war, resezieren. Der Verwundete kam durch. Die Bauchhöhle war infolge ödematöser Schwellung der Gewebe um den Leistenring herum von den Perforationsstellen abgeschlossen.

### Appendizitis und Schußverletzung.

COLLEY beobachtete einen Verwundeten mit zwei Einschüssen im 5. und 7. Interkostalraum in der vorderen Axillarlinie. Es bestanden die Zeichen schwerer Peritonitis, und der Kranke ging am 5. Tage nach der Verletzung zugrunde. Die Obduktion ergab, daß die Bauchfellentzündung von einer gangränösen Appendizitis ausgegangen war. COLLEY meint, daß der Stoß beim Auftreffen der Geschosse die schon vorhandene brandige Stelle in der Appendix zum Platzen brachte. Den sicheren Beweis für diese Anschauung mußte er natürlich schuldig bleiben.

### G. Spätfolgen der Darmschüsse.

Wenn der Verwundete an den früher genannten Gefahren: Blutung, Peritonitis, Abszeß, Kotphlegmone, Gasbrand, Knickung durch Verklebungen glücklich vorübergekommen ist oder sie überstanden hat, darf man ihn doch nicht zu den definitiv Geheilten rechnen.

Die „Glückschüsse“ ohne Darmverletzung bieten natürlich die günstigste Aussicht auf dauerndes Wohlbefinden.

Mannigfaltige Beschwerden vermögen sein Dasein zu erschweren, Komplikationen, diesem ein Ende zu bereiten, gleichgültig, ob er konservativ oder operativ behandelt wurde.

Einer unserer konservativ behandelten Fälle — ein Darmschuß wurde nicht angenommen — starb wie erwähnt nach dreiviertel Jahren in der Heimat an einem intra-peritonealen Abszeß; die Schrapnellkugel fand sich in dem Eiter. Spätabzesse und schleichende Peritonitis nach operativen Eingriffen wurden von anderen und uns beobachtet (Douglas-, Flanken-, subphrenische und intraabdominale Abszesse bis zu 1 Jahr). Auffallend ist, wie SAUERBRUCH hervorhebt, daß auch nach glatten Heilungen bei operativ oder konservativ behandelten Bauchschüssen größere Beschwerden auftreten, als in der Bauchchirurgie des Friedens bekannt sind (ähnlich wie bei Brustschüssen). Selbst bei guter Durchgängigkeit des Darmes klagen die Leute über Stuhlbeschwerden, Schmerzen bei der Peristaltik, die wohl auf ausgedehnte Verwachsungen zurückzuführen sind. Wir möchten glauben, daß auch das Begehrlichkeitsmoment nach Rente zuweilen eine Rolle spielt. Leicht erklärlich werden die angegebenen Beschwerden durch das Vorhandensein kleinerer oder größerer Bauchbrüche, die nach Tamponade, Nachlassen der Nähte, Fasziennekrose oder Platzen der Laparotomiewunde entstanden.

Die Nachforschung in verschiedenen badischen Versorgungsämtern ergab, daß die Häufigkeit der Bauchbrüche 26% betrug. Die durchschnittliche Rente für diese Hernien war 30%; scheinbar auch dann, wenn sie operiert waren.

Die Narbenbrüche lassen mit großer Wahrscheinlichkeit auf Verwachsungen in der Tiefe schließen; aber auch ohne Narbenbruch dürfen wir diese vielfach annehmen. Bei den Adhäsionsbeschwerden kann die vorsichtige Füllung des Abdomens mit Sauerstoff oder Luft mit folgender Durchleuchtung und Lichtbild Aufklärung bringen; heiße Luft, Bauchmassage und Bauchübungen vermögen manchmal Nutzen zu stiften. Von einem operativen Vorgehen ist wenig Günstiges zu erwarten; dieses hat erst beim chronischen oder akuten Darmverschluß einzusetzen. Auf Adhäsionen mit Knickung, Doppelflintenbildung, Wringverschluß, Strangringentstehung mit folgender Knotenbildung, Durchschlüpfen usw. wurde bereits hingewiesen, ebenso auf die Stenosenentwicklung nach Schädigung des Mesenteriums (SCHLOFFER).

In das Netz eingeschlossene Geschosse vermögen ebenfalls Verwachsungen zu bedingen, wie eine Beobachtung von KLIM lehrt. Dieser wollte 8 Wochen nach der Verletzung eine Schrapnellkugel aus der Bauchwand entfernen. Diese entglitt ihm und fiel in die freie Bauchhöhle. Als 5 Monate später wegen Darmverschlusses operiert werden mußte, fand sich das Geschöß in einem Netzstrang, der an der hinteren Bauchwand fixiert war und den Dünndarm abschnürte. Es dürfte sich daher empfehlen, auch bei Adhäsionsbeschwerden nach einem etwaigen Geschöß in der Bauchhöhle mit Hilfe der Röntgenstrahlen zu fahnden. Auf die genaue Diagnose des chronischen und akuten Darmverschlusses einzugehen, erübrigt sich. Es sei auf das Handbuch der Chirurgie und die vorzügliche Diagnostik von DE QUERVAIN verwiesen. In letzter Zeit hat KLOIBER auf den Wert der Röntgenaufnahme des Abdomens am stehenden Patienten zur Diagnose des Darmverschlusses aufmerksam gemacht. Gasblasen und Flüssigkeitsspiegel zeigen nach ihm mit aller Sicherheit auf die gestörte oder vollkommen aufgehobene Durchgängigkeit des Darmes hin. Unsere Erfahrungen sind nicht so günstig.

Die Behandlung weicht in keiner Weise von der üblichen ab: Lösung der Adhäsionen, Enteroanastomose, Durchtrennung des Schnürringes, Befreiung des Darmes von etwaigen Mesenterialzwerchfellücken, Resektion, schlimmsten Falles die Anlegung einer Kotfistel kommen in Betracht.

Die Adhäsionen vermögen, auch wenn sie keine Beschwerden machen, später schwerwiegender Natur zu sein. HOTZ resezierte bei einem Offizier, der 1870 einen Bauchschoß erlitten hatte, ein Rektumkarzinom. Die Verwachsungen waren derart, daß die Flexur nur äußerst mühsam und unter Spannung heruntergeholt werden konnte. Die zirkuläre Darmnaht versagte und der Patient ging zugrunde.

Dann und wann sind vage Beschwerden durch eingekapselte Geschosse bedingt. MOLINEUS empfiehlt, bei solchen Patienten eine genaue röntgenologische Durchleuchtung zunächst im Liegen vorzunehmen. Ein Geschöß, das man vorher im Stehen auf dem Schirm gut gesehen hat, kann infolge von Lageverschiebungen mit den Dünndarmschlingen und dem Netz auf der Platte nicht sichtbar werden. Diese nicht fest fixierten Projektile sind einer genauen Tiefenbestimmung nicht zugänglich. Trotzdem gelang es MOLINEUS in drei Fällen, das Projektil zu finden, indem ihm Verwachsungen beim Suchen den Weg wiesen.

Die oft großen Narbenhernien erfordern die Beseitigung, jedoch erst dann, wenn mehrere Wochen seit der endgültigen Wundheilung verstrichen sind. Die ruhende Infektion vernichtet zu leicht die manchmal mühsam errungene Vereinigung und Deckung durch Faszientransplantation. Bei Muskelatrophie und Vorwölbung der Bauchwand kann man die Raffung dieser versuchen (LEXER).

Nach den Mitteilungen in der Literatur ist anzuraten, Zwerchfeldefekte, an die bei Beschwerden zu denken ist, operativ anzugehen, da die Einklemmung immer drohend im Hintergrunde steht.

Die Kotfisteln schließen sich zuweilen spontan, besonders wenn sie zur Entlastung des Darmes (Peritonitis, Stenosenerscheinungen) angelegt wurden. Bekannt für ihre Neigung zum Verschuß ohne Eingriff sind die nicht umfangreichen Fisteln des Dickdarmes. Anderenfalls kann die Belastung der Öffnung mit Sandsäckchen, besonders bei schrägem Verlauf des Fistelkanales, oder das Zusammenziehen mit Heftpflaster von Nutzen sein. Allzulange darf man sich bei hochgelegener Fistel im Dünndarm nicht aufhalten. Eine lippenförmige Fistel wird man mit Kompression, Zusammenziehen, Ätzen, Spornquetsche u. a. nicht angehen, sondern die Ränder anfrischen und die Öffnung im Darm durch die Naht verschließen. Eine gute Deckung der Naht mit Hilfe der Bauchdecken unter Einführung eines Dränrohres ist erforderlich, um die Infektion zu vermeiden. Finden wir damit kein Auslangen, so kommt die Enteroanastomose, ein- oder doppelseitige Ausschaltung, in Frage, bei letzterer unter Schaffung eines Sicherheitsventiles (Einnähen eines oder beider Darmenden der die Öffnung tragenden Schlinge). Das Darmstück ist später nach teilweisem oder vollkommenem Schwinden der Adhäsion meist leichter zu entfernen als primär. Bei der Resektion in einem Akt gestaltet sich der Eingriff sauber, wenn man von einem Laparotomieschnitt aus die Resektion ausführt und erst nach dieser die Schenkel der so vollkommen ausgeschalteten Schlinge durch die Fistelöffnung evertiert und abträgt. Bei den großen trostlosen Magenfisteln mit weitgehender Anätzung der Umgebung kann man versuchen, eine Jejunostomie anzulegen, um das Loch im Magen zu verstopfen. Zur Ausführung des Verschlusses nach breiter Freilegung des Magens (Gastroenterostomie, falls ein Sanduhrmagen entsteht) dürfte es in den seltensten Fällen kommen. Die Vorhersage der Kotfisteln ist nicht sehr günstig. Meist handelt es sich um heruntergekommene Leute, auch wenn man früh darangeht; unerwartete Komplikationen können sich vorfinden (Abszesse, mehrere Fisteln, morsche Darmwand, ausgedehnte Adhäsionen, die eine Orientierung nicht zulassen). Kein Wunder, wenn SAUERBRUCH berichten konnte, daß von 22 Operierten vier zugrunde gingen.

ELLIOT und HENRY machten auf die Möglichkeit der Entstehung eines Ulcus pepticum ventriculi nach Schoß, Perforation oder Kontusion, aufmerksam; die traumatisch geschädigten Gewebe werden nach ihnen sekundär vom Magensaft angedaut. Ohne die Möglichkeit bestreiten zu wollen, möchten wir doch glauben, daß bei der hohen Regenerationsfähigkeit des Magenepithels ein derartiges Vorkommnis selten ist.



HART beobachtete zwei Fälle, in welchen es nach Bauchschuß von einem tuberkulösen Lungenherde aus zu einer tuberkulösen Peritonitis gekommen war. Er glaubt dabei einen reinen Zufall ausschließen zu dürfen. Diese Angabe steht in einem gewissen Widerspruch zu den Mitteilungen von MORITZ und SAUERBRUCH (Berlin 1916), welche nur selten nach Brustschüssen die Ausbreitung einer Lungentuberkulose beobachten konnten.

Über Appendizitis nach Darmschüssen wird mehrfach berichtet; uns selbst mangelt Erfahrung über derartige Fälle.

Da das Geschöß manchmal an der Pfortader vorbeizieht, wären, wie die Bauchkontusionen lehren, Thrombosen dieses Gefäßes möglich. Wir vermochten keine Angaben darüber zu finden.

Wir sehen aus obigem, daß es mit dem Abtransport aus dem Feld- oder Kriegslazarett noch nicht getan ist; für manchen bedeutet er nur das Grab in der heimatlichen Erde. SAUERBRUCH glaubt nach seinen Eindrücken die später an den verschiedenen Komplikationen zugrunde Gehenden auf 30% einschätzen zu müssen.

Wir versuchten bei der Gothaer Lebensversicherung Aufschluß über spätere Folgen zu erfahren. Herr Dr. FISCHER teilte freundlichst mit, daß nichts berichtet werden könne, weil die Krankenblätter nie zu bekommen sind: „Wir nehmen die Leute, wenn sie keine Beschwerden haben und die vertrauensärztliche Untersuchung nichts Besonderes ergibt, unter erschwerten Bedingungen auf und haben bis jetzt keine schlechten Erfahrungen gemacht.“

### Operative Behandlung im Spätstadium.

Abgesehen von den anfänglich verblüffenden Resultaten der konservativen Behandlung (bis zu 70% Heilung), die jede operative Therapie des Friedens in den Schatten stellte, war über den weiteren Verlauf wenig in der Literatur zu finden. PRIBRAM hat sich wohl zuerst mit jenen Fällen beschäftigt, die später als 24 Stunden nach der Verletzung operiert wurden. An seinen 231 eingelieferten Fällen, von denen 161 im Spätstadium — 24 Stunden bis 4 Wochen nach der Verletzung — operiert werden mußten, ist zu erkennen, daß die Durchführung der „operationslosen Heilung“ vielfach scheitert. „Spontanverklebung und vollständige Heilung gehören zu den Seltenheiten.“ PRIBRAM hebt ausdrücklich hervor, daß anfängliches Wohlbefinden trügerisch sein kann, und daß die Mehrzahl der in den vordersten Anstalten nach 8—10 Tagen als konservativ geheilt abgeschobenen echten Darmschüsse ohne nachträglich noch rettende Operation in den weiter rückwärts gelegenen Anstalten als verloren gebucht werden müssen.

### Symptome.

Es ist nach PRIBRAM auffällig, daß die Patienten, trotz später nachgewiesener Darmverletzung, auch bei unvollkommener Verklebung der Löcher und großer abgesackter intraperitonealer Ansammlung von ausgeflossenem Darminhalt und von Abszessen, oft nicht die geringsten peritonealen Erscheinungen zeigen. Der Bauch ist weich und nicht druckschmerzhaft, die Zunge feucht, kaum belegt. Die Patienten haben anfangs Appetit und fühlen sich vollkommen wohl. „Das einzige Krankheitssymptom ist eine abendliche Temperatursteigerung, die aber 38 Grad selten wesentlich überschreitet.“ Nach Ablauf einer Woche, längstens nach 14 Tagen, geht der Appetit verloren, die Verwundeten magern ab, es kommt zu Durchfällen, eine schwere Kachexie endet das Leben. Manchmal kollabieren die Patienten plötzlich aus vollkommenem Wohlbefinden heraus, wenn eine Verklebung sich löste und frischer Darminhalt austrat, oder wenn ein abgesackter Abszeß in den übrigen bisher freien Bauchraum durchbrach.

### Diagnose.

Anhaltspunkte für die Diagnose und Lokalisation früher stattgehabter Darmperforationen geben fast ausschließlich die Abszesse oder die abgesackten Ansammlungen von Kot. Wenn Ein- und Ausschußöffnungen verheilt sind und der Palpationsbefund negativ ausfällt, kann ihr Erkennen außerordentlich erschwert sein. Die Richtung des Schusses und die Kenntnis der Prädilektionsstellen helfen auf die Fährte. Bei Schüssen in der Magengegend, des Duodenums, des Kolonwinkels ist an die Existenz eines subphrenischen Abszesses zu denken. Ihre Häufigkeit erhellt aus der Angabe von PRIBRAM, daß er 10mal unter dieser Diagnose operierte und den Abszeß fand. Die Röntgendurchleuchtung war ihm bei der Diagnosestellung von hohem Wert: Hochstand des Zwerchfells, Gasblase, Flüssigkeitsspiegel mit Wellenbildung bei Schütteln des Patienten. Abgesehen von der subphrenischen Eiterung kann bei einem Steckschuß die Durchleuchtung auf die Lage des Projektils und den gesuchten Abszeß hinweisen.

In dem Materiale, über welches PRIBRAM verfügt, überwiegen die Dickdarmerverletzungen.

Wir selbst hatten nie Gelegenheit, im Intermediärstadium einzugreifen; bei Dickdarmerverletzungen trat entweder Heilung ein, oder eine rapid fortschreitende retroperitoneale Phlegmone bereitete ein frühzeitiges Ende. Dabei spielte wohl der Zufall eine Rolle, denn im Heimatgebiet hatten wir mehrfach Kotfisteln des Dickdarmes zu behandeln.

In der Erklärung stimmen wir PRIBRAM bei, daß bei einer Dickdarmerverletzung (kleines Loch vorausgesetzt) eine Verklebung zustande kommen kann, ferner daß die Eiterung sich infolge der günstigen Lage oft zwischen Darm und seitlicher Bauchwand, oder auch retroperitoneal als paranephritischer Kotabszeß entwickeln kann. Seiner Anschauung, daß multiple Dickdarmerverletzungen verhältnismäßig selten sind, können wir nur für das in Rede stehende Stadium folgen. Bei den primären Operationen mußten wir leider öfter mehr als zwei Löcher konstatieren, abgesehen von weiten Aufreißungen bei tangentialer Schußrichtung.

Größere, vielleicht unübersteigliche Hindernisse bieten von Dünndarmschlingen ausgehende Abszesse. Lokale Druckempfindlichkeit, etwaige Infiltration der Bauchdecken, umschriebene Dämpfung, Durchleuchtung, können den richtigen Weg weisen. Die Abszesse in der Bursa omentalis stellen hohe Anforderungen an das diagnostische Können.

Mit dem eben Angeführten ist zum großen Teil die Prognose und Therapie gegeben.

Die Prognose ist bei den abgesackten Abszessen des Dickdarmes entschieden günstiger. Anders bei den Abszessen, welche von Dünndarmperforationen ausgehen. Wenn eine genaue Lokalisation unmöglich war, ist eine mediane Laparotomie nicht zu umgehen; bei dieser werden etwaige Adhäsionen gelöst, und damit ist Gelegenheit zur weiteren Infektion des Bauchfells gegeben. Ferner genügt die einfache Eröffnung der Abszesse und die Freilegung der Dünndarmperforation nicht. Wir dürfen kaum einen spontanen Verschuß des Loches erwarten. Was dieser Umstand, besonders bei hohem Sitz einer oder mehrerer Öffnungen, zu bedeuten hat, braucht wohl nicht näher ausgeführt zu werden. Die rasch zunehmende Kachexie setzt nur allzu früh ein.

Es besteht demnach unsere Aufgabe darin, eine oder mehrere Öffnungen zu beseitigen. Naht, Ausschaltung oder Resektion kommen dabei in Betracht. Wenn die Naht in dem stets morschen Gewebe, trotz Deckung, durch einen gut ernährten gestielten Lappen aus der Umgebung nicht hält, kommen weitere Eingriffe an dem geschwächten Patienten in Frage. Bei Ausschaltung und Resektion ist die Gefahr der Ausbreitung der Infektion von der Operationsstelle aus gegeben, ganz abgesehen von der Größe des Eingriffes und der Möglichkeit der Nahtinsuffizienz. Günstiger liegen die Verhältnisse dann, wenn nur ein Kotabszeß vorliegt, wenn also bei der Verletzung Darminhalt austrat, die Öffnung im Darm aber durch Adhäsionsbildung geschlossen wurde. Es ist aber zu bedenken, daß die Perforation so versteckt liegen kann, daß sie

durch Drücken auf den anliegenden Darm nicht kenntlich gemacht wird. Bei den Dickdarmschüssen findet sich oft eine Schußöffnung in den Flanken oder zwischen den Rippen in der hinteren Axillarlinie. In diesen Fällen ist der Zugang von rückwärts her gegeben. Man kann dabei Lösungen von schützenden Adhäsionen und eine Infektion des Peritoneums vermeiden. Die breite Freilegung des Loches im Darm ist dabei das erstrebenswerte Ziel. Nach deren Ausführung kann sich innerhalb von 3—4 Wochen die Darmfistel ohne weitere operative Eingriffe schließen. Diese sind nach unseren, allerdings spärlichen, Erfahrungen dann nicht zu umgehen, wenn die Umgebung der Fisteln stark schwartig verändert ist und deshalb einen spontanen Verschuß nicht zuläßt. Es kommt auch auf die Lage der Fistel an. Die Löcher im Zökum haben, nach PRIBRAM, die größte Neigung, nach entsprechender Freilegung auszuheilen; geringer ist diese am S. romanum und Rektum. Gelegentlich der Verletzungen des Zökums oder Colon sigmoideum wird die Darmbeinschaukel mitbetroffen. Wie früher erwähnt, führt in vielen solchen Fällen eine schwere Osteomyelitis zum Tode und vereitelt das Resultat der gelungenen Versorgung der Darmlöcher. Bei solchen Komplikationen bewährte es sich bei PRIBRAM, wenn er nach breiter Freilegung des Darmbeintellers die Schußöffnung in diesem bis zu Handtellergröße erweiterte und danach die verletzte Darmstelle aufsuchte. Die Drainageverhältnisse sind gute, eine Verletzung der Bauchhöhle kommt nicht in Frage, die Heilungstendenz soll ausgezeichnet sein. Wenn man dieses Verfahren frühzeitig anwendet, meint PRIBRAM, werden die deletären Phlegmonen des Beckenbindegewebes, welche dann und wann durch die Lacuna vasorum nach dem Oberschenkel durchbrechen, vermieden. Wir waren in frischen Fällen bei der Drainage durch das Darmbein weniger vom Glück begünstigt.

Wenn es sich um Kotabszesse handelt, die von der Flexura hepatica oder Flexura lienalis ihren Ausgang genommen haben, empfiehlt es sich, den Zugang von der hinteren Axillarlinie aus zu nehmen, indem man die entsprechenden Rippen reseziert. Die Eiterung im subphrenischen Raum erhält auf diese Weise einen guten Abfluß.

Bei der Kombination von Verletzungen des Dünndarmes mit solchen des Kolons muß entsprechend den eben erwähnten Erfahrungen vorgegangen werden. Es liegt auf der Hand, daß neben manch guten Resultaten schlechte Erfolge zu buchen sein werden.

In diese Gruppe gehören, nach PRIBRAM, auch noch diejenigen Fälle ausgedehnter Peritonitis, deren Ursache nicht in einer Darmverletzung liegt, sondern in denen das infizierende Geschoß als Veranlassung anzusehen ist. Möglicherweise wurde die Serosa oberflächlich verletzt, und es fand sodann eine Bakterienauswanderung aus dem Darm statt. Wir möchten dabei für manche Fälle an umschriebene Nekrosen denken, von welchen aus es zur Infektion einerseits, zur Verklebung mit der Umgebung andererseits kam (DIETRICH). Wohl beobachteten wir dann und wann bei frischen Verletzungen Serosa-Risse, die wir übernähten, konnten uns aber über den Zustand der tieferen Schichten nicht orientieren, da der Zufall uns nie ein Resektionspräparat einer solchen Partie in die Hände spielte.

Die Prognose der auf diese Art entstandenen Peritonitiden ist, wie PRIBRAM hervorhebt, bei ausgiebiger Kochsalzpülung eine gute.

#### Literatur.

- ABADIE, Les blessures de l'abdomen. 2. Aufl. Paris 1917.  
 ADLER, Beitrag zu den perforierenden Schußverletzungen des Magens, Beitr. z. klin. Chir. 1914 Nr. 45.  
 ALBRECHT, Verhandl. d. 2. Kriegschirurtagung, Berlin 26./27. 4. 16. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96. 1916.  
 — Aussprache.  
 — Kriegschirurgische Erfahrungen aus dem Feldlazarett. M. Med. W. 1915 Nr. 13.  
 ALBRECHT, P., Über Bauchschüsse. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 26.  
 ANGERER, v., Chirurgischer Kongreß im Felde. M. Med. W. 1914 Nr. 47.  
 ARND, Beitrag zur Therapie der Blasen-Mastdarm-Fisteln. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 109.  
 BALFOUR, Annales of surgery 1916 jan.  
 BARDELEBEN, H. v., Pathologie und Therapie der Darmschüsse. Bruns Beitr. Bd. 112.



- BASDEKIS, Über Stich- und Schußverletzungen des Bauches. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96 S. 223.
- BASL, Zur operativen Behandlung der Bauchschüsse im Kriege. M. Med. W. 1915 Nr. 34.
- BAUER, Über Schußverletzungen im gegenwärtigen Kriege. Versammlung des Nordischen Chirurgischen Vereins in Göteborg 6.—8. 6. 16. Ref.: Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 43.
- BEHR, Pathologisch-anatomische Befunde bei Bauchschüssen. Diss. Breslau 1916.
- BIEDERMANN, Ein Beitrag zur operativen Behandlung der Bauchschüsse im Felde. D. Med. W. 1917 Nr. 19.
- BIER, Prophylaxe des Kriegskrüppeltums vom chirurgischen Standpunkte. Zeitschr. f. ärztl. Fortbildg. 1915 Nr. 6.
- BERTRÖG, Bauchschüsse und ihre Behandlung im Kriege. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 135 1916.
- Beitrag zur Frage der operativen Behandlung der Bauchschüsse im Felde. M. Med. W. 1916 Nr. 18.
- BISPING, Schwere Blasen- und Mastdarmverletzung mit sehr günstigem Ausgange. Med. Klin. 1915 Nr. 43.
- BÖHLER, Zwei Bauchschüsse mit extraperitonealer Darmverletzung. M. Med. W. 1915 Nr. 23.
- Die Prognose der Magendarmschüsse ist ohne Operation absolut schlecht. Med. Klin. 1915 Nr. 45.
- Darmschuß mit 6 Perforationen nach 5 Tagen operiert und geheilt. Med. Klin. 1917 Nr. 29.
- BONIN, v., Über chronische Zwerchfellhernien nach Schußverletzungen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 103 Nr. 5.
- BOIT, Über Verletzungen von Magen und Darm durch das Infanteriegeschloß. D. Med. W. 1915 Nr. 24.
- BORCHARDT, Bericht über die Sitzung der Militärärzte der IX. Armee in Lodz, 20. 1. 15. Ref.: Zbl. f. Chir. 1915 Nr. 9.
- BORST, Allgemeines über Schußverletzungen. Kriegschirurgie BORCHARDT-SCHMIEDEN 1917.
- Pathologisch-anatomische Erfahrungen über Kriegsverletzungen. Samml. klin. Vortr. N. F. Chirurgie Nr. 201.
- BOCKENHEIMER, Einige Winke für die Operationen von Bauchschüssen im Felde. Med. Klin. 1918 Nr. 3.
- BRAUN, Über die Bleiplattennaht beim Bauchschnitt. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100.
- BRESLAUER, Hauptverbandplatz. D. Militärärztl. Zeitschr. 1917, Nr. 1—4.
- BRUNNER, Die chirurgische Therapie der Magen- und Duodenumperforationen und Magenperitonitis. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 31 u. 40.
- BRUNN, W. v., Zur Behandlung der Bauchschußverletzungen im Felde. D. Med. W. 1915 Nr. 35.
- BURCKHARDT, Die Bedeutungen der Kriegserfahrungen für die Chirurgie im allgemeinen. Berl. Klin. W. 1916 Nr. 32.
- BURCKHARDT, W. u. F. LANDOIS, Die pathologische Anatomie und Behandlung der Bauchschüsse. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 103 S. 60ff.
- BUSALLA, Über die operative Behandlung der Bauchschußverletzungen bei der Sanitätskompanie. Med. Klin. 1917 Nr. 10.
- BUSCH, Kriegschirurgische Erfahrungen usw. Arch. f. klin. Chir. Bd. 109.
- CAHN, Traumatische falsche Zwerchfellhernie. D. Med. W. 1916.
- CARL, Über Bauchschüsse. D. Med. W. 1915 Nr. 4.
- CHIARI, Verhandlungen der Vereinigungen kriegsärztl. besch. Ärzte, Straßburg. D. Med. W. 14 Nr. 49.
- Chirurgie im Felde: Braunmüller, Wien 1918.
- CHRISTEL, Nieren- und Dickdarmverletzung links. Kriegsärztl. Abend der Festung Metz, 16. 12. 15. Ref.: D. Med. W. 1916 Nr. 14.
- COLESCHI, Il sussidio radiologico nell' assistenza ai feriti addominali Rivista osped. 9. Bd. Ref.: Zbl. f. Chir. 1912 Nr. 18.
- COLLEY, F., Letale Epityphlitis als Folge eines Streifschusses. D. Med. W. 1915 Nr. 2.
- COENEN, Ein Rückblick auf 20 Monate feldärztlicher Tätigkeit mit besonderer Berücksichtigung der Gasphegmone. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 103.
- Beiträge zur Kriegsheilkunde. Julius Springer, Berlin.
- COENEN u. THOM, Die Hilfsexpedition nach Griechenland. S. 230—238, Kriegschirurgie 1914. Julius Springer, Berlin.
- DANIELSEN, Kriegschirurgische Erfahrungen in der Front. M. Med. W. 1914 Nr. 47.
- DEMME, Über die operative Behandlung der Bauchschüsse. Wien. Klin. W. 1917 Nr. 27.
- Kriegschir. Fortbildungskurs, gehalten für Truppenärzte. Der Militärarzt 1915 Nr. 9.
- DERGANZ, Beitrag zur Peritonitistherapie. M. Med. W. 1916 Nr. 5.
- DILGER u. MEYER, Kriegschirurgische Erfahrungen aus den beiden Balkankriegen 1912/13 usw. D. Zeitschr. f. Chir. 127.
- DIETRICH, A., Kontusionsverletzungen innerer Organe. Med. Klin. 1916 Nr. 50.
- DOMARUS u. SALOMON, Beiträge zur Kenntnis der Zwerchfellhernie nach Schußverletzung. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen Bd. 23.
- DUMRATH, Über Schußverletzungen der Brust- und Bauchhöhle. Inaug.-Diss. Greifswald 1916.
- DÖDERLEIN, D. Med. W. 1917 S. 736 (Demonstration).
- EILERT, Zur Frage der Behandlung der perforierenden Bauchschußwunden im Felde. Berlin 1902.
- EISELSBERG, v., Zur Wundbehandlung in Kriegszeiten. Wien. Med. W. 1915 Nr. 6/7, Beiblatt.
- ELLIOT u. HENRY, Traumatische Magengeschwüre. Brit. med. journ. Nr. 2884.
- ELS, Beiträge zur Frage der Diagnose und Operation chronischer Zwerchfellhernien nach Schußverletzung. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 114.
- ENDERLEN, Über Schußverletzungen des Darmes. M. Med. W. 1914 Nr. 43.
- Kriegschirurgetag Brüssel, 7. 4. 15. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- ENDERLEN u. SAUERBRUCH, Operative Behandlung der Darmschüsse im Kriege. Med. Klin. 1915 Nr. 30.
- ENGEL, Über intraperitoneale Schußverletzungen des unteren Abschnittes der Ampulla recti. Berl. Klin. W. 1918 Nr. 46.

- ERKES, Zur Chirurgie der Bauchsüsse. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 6.
- EXNER, Kriegschirurgie in den Balkankriegen 1912/13. Neue D. Chir. 14.
- FALKENBERG, Ärztlicher Verein in Hamburg, 14. 6. 15 Nr. 39, Konf.-Bericht S. 1173.
- FEDERSCHMIDT, Über die Prognose der Bauchsüsse im Felde unter dem Einfluß der Frühoperation. M. Med. W. 1918 Nr. 5.
- Zur Prognose der Bauchsüsse. M. Med. W. 1918 Nr. 44.
- FEHLING, H., Über Behandlung der Bauchsüsse. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 H. 3.
- FIRICH u. ZIMPRICH, Einige Bemerkungen zur chirurgischen Tätigkeit einer Infanterie-Divisions-Sanitätsanstalt. M. Med. W. 1915 Nr. 29.
- FIBICH, Therapie der Bauch- und Kopfsüsse in der Nähe der Kampffront mit Berücksichtigung der Transportverhältnisse. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 40—42.
- FLEISSIG, Feldspitalchirurgie im Stellungskriege 1915/17. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 109.
- FLORSCHÜTZ, Eingießen von Aether sulfuricus in die Bauchhöhle bei Bauchsüssen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100.
- FOISY, Prov. med. 1914 Nr. 1 zitiert nach STOLZ (l. c.).
- FOGES, Tierkohle als Desodorans bei Kolostomierten. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 17.
- FONIO, Behandlung der Bauchsüsse und indirekte Bluttransfusion. Schweiz. Korrespondenzbl. für Ärzte 1918 Nr. 51.
- FRANZ, Zwei typische Operationen bei extraperitonealen Schußverletzungen der Blase und des Mastdarms. D. Med. W. 1917 Nr. 40.
- Die Rumpfwandnervenanästhesie bei der Bauchschoßoperation. M. Med. W. 1917 Nr. 44.
- Über die Gasentzündung. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 106.
- FREUND u. SCHWARZ, Zwerchfellhernie u. Pyopneumothorax nach Lungenschuß. M. Med. W. 1916 Nr. 43.
- FRIEDRICH, Kriegschirurgetag in Brüssel, 7. 4. 15. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- FRITSCH, Durchschuß des Ureters mit gleichzeitiger Verletzung des Rektums. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 35.
- FROHMANN, Zur Kenntnis der Hernia diaphragmatica nach Schußverletzung. D. Med. W. 1917 Nr. 18.
- FUHRMANN, Ein bombensicherer Operationsunterstand unmittelbar hinter dem Schützengraben. Med. Klin. 1916, Nr. 13.
- GARRÉ, Was hat der Krieg hinsichtlich der ersten Wundversorgung gelehrt? D. militärärztl. Zeitschr. 1918 Nr. 11—12.
- GEIGES, Schußverletzungen der Harnblase. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 105 Nr. 3.
- GELINSKY, Der trockene Zungenstreifen — ein Operations-Indikations-Zeichen. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 9.
- GLASS, Krankengeschichte meines Bauchsusses. D. Med. W. 1915 Nr. 38.
- GÖBEL, Kriegschirurgische Beobachtungen im Feldlazarett. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96 S. 213.
- GRÄFENBERG, Therapeutische Versuche bei Bauchschoßverwundungen im Kriege. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 116.
- Über die Ursachen der hohen Sterblichkeit der Bauchsüsse. Med. Klin. 1917 Nr. 23.
- Gibt es einen Schock bei Bauchschoßverletzungen? Die Therapie der Gegenwart, Juli 1917.
- GRASER u. KIRSCHNER, Einige wichtige Grundsätze zur Behandlung der Schußwunden. M. Med. W. 1914 Nr. 36.
- GRUMNACH, Die Bestimmung der Lage und Wirkung von Steckschüssen mittels der Röntgenstrahlen. D. Med. W. 1917 Nr. 15.
- GÜTIG, C., Zur Behandlung der Bauchsüsse in der vorderen Linie. Med. Klin. 1916 Nr. 34.
- Brust- und Bauchstecksüsse. Wien. Med. W. 1916 Nr. 52.
- Bauchsüsse. M. Med. W. 1917 Nr. 2.
- Zur Mechanik der Schußverletzungen des Darmes. Feldärztl. Blätter der k. k. 2. Armee Nr. 21.
- Zur Frühdiagnose der Darmperforation bei Bauchsüssen. Med. Klin. 1917 Nr. 16.
- Über Darmbeingeller, die Bauchsüsse vortäuschen. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 52.
- Über Bauchsüsse mit Darmverletzung, die Bauchwandsüsse vortäuschen können. M. Med. W. 1917 Nr. 2.
- GROTH, Über reflektorische Bauchfellsymptome bei Kriegsverletzungen. D. Med. W. 1917 Nr. 29.
- GRUNE, Behandlung der Gehirn- und Bauchsüsse. D. Med. W. 1917 Nr. 5.
- GUILDAL, Kriegschirurgische Eindrücke aus Frankreich (Winter 1915/16). Hospitalslitende, Jahrg. 59 Nr. 27—28. Ref.: Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 48.
- HACKER, Ein Beitrag zu den Schußverletzungen der Harnblase. Mitt. d. Ver. d. Ärzte in Steiermark 1916 Nr. 6.
- HAECKEL, Über die Behandlungen der Magen- und Darmsüsse im Felde. Wissenschaftl. Verein der Ärzte in Stettin, 3. 9. 16. Ref.: Berl. Klin. W. 1917 Nr. 2.
- HAHN, F., Über die Behandlung der Bauchsüsse am Verbandplatz. Wien. Med. W. 1916 Nr. 12. Ref.: Berl. Klin. W. 1916 Nr. 16.
- HAENEL, Über Bauchsüsse. Gesellschaft f. Natur- u. Heilkunde zu Dresden, Sitzung 15. 1. 1916. Ref.: M. Med. W. 1916 Nr. 23.
- Über Bauchschoßverletzungen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100.
- HÄRTEL, Über Schußverletzungen der Bauchhöhle. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100. 1916.
- HALPERN, Kriegschirurgische Erfahrungen aus Rußland. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 150.
- HANUSA, Über die Diagnostik der Bauchsüsse. Med. Klin. 1916 Nr. 49.
- HANKEN, Kriegschirurgetagung in Brüssel 1915.
- HART, Über die Infektion der Kriegswunden, latenten Mikrobismus und ruhende Infektion. Med. Klin. 1917 Nr. 27.
- HART, HELLWIG, WOLF, HAHN, Über Bauchsüsse. Wien. Med. W. 1916 Nr. 11/12.
- HANS HEDLER, Bajonettstichverletzungen. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 35.
- HEIDKAMP, Eine ungewöhnliche Beobachtung bei einem Bauchschoß. M. Med. W. 1919 Nr. 1.
- HELLWIG, Operative Behandlung der Magen- und Darmsüsse. M. Med. W. 1916 Nr. 11.



- HERRFELD, Kriegsärztliche Abende in Berlin. D. Med. W. 1915 Nr. 1.
- HESS, Schußverletzungen des Zwerchfells und chronische Zwerchfellhernien. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie. Bd. 30. 3.
- HEYROWSKY, Bauchschüsse. K. k. Gesellschaft der Ärzte in Wien. Sitzg. 18. 5. 17. Ref.: M. Med. W. 1917 Nr. 25.
- Über Bauchschüsse. K. k. Gesellschaft der Ärzte in Wien. Sitzg. 18. 5. 17. Ref.: Berl. Klin. W. 1917 Nr. 48.
- HILDEBRAND, Kriegschirurgische Erfahrungen und Beobachtungen im Felde und in der Heimat. Samml. klin. Vortr. N. F. Nr. 726/727.
- HILLER, Die Behandlung von Bauchverletzungen im Kriege. Dissertation. München 1917.
- HILSE, Erfahrungen über die Behandlungen der Bauchschüsse auf dem Hauptverbandplatz (in Rußland). Beitr. z. klin. Chir. Bd. 116.
- HINTERSTOISSER, Kriegschirurgische Betrachtungen. Wien. Klin. W. 1914 Nr. 52.
- HIRSCHBERG, Schock, Blutung, Peritonitis. D. Med. W. 1916 Nr. 47.
- Über Spasmus bei Magenverletzung. D. Med. W. 1919 Nr. 15.
- HOCHENEGG, v., Die Bedeutung der Koprostate als Ursache diverser Kriegserkrankungen. Wien, Perthes. 1907.
- HOFFMANN, Über traumatische Zwerchfellhernien und ihre Inkarzeration. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 114.
- HOHLBAUM, Über Bauchschüsse. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 116.
- HOLZBACH, Vom Truppenverbandplatz. M. Med. W. 1915 Nr. 11.
- Das Operieren im Felde. M. Med. W. 1915 Nr. 13.
- HOSEMANN, Das Operieren im Felde. M. Med. W. 1915 Nr. 13.
- HOYWARD, Demonstration: Vereinigte ärztliche Gesellschaften zu Berlin, 11. 7. 17. Ref.: M. Med. W. 1917 Nr. 31.
- HÜFFEL, Eine merkwürdige Darmverletzung. M. Med. W. 1918 Nr. 10.
- JAKOBS, Die Aussichten der konservativen Behandlung Bauchverletzter im Bewegungskriege. D. Med. W. 1917 Nr. 1.
- JEHN, Über die chirurgische Behandlung bestimmter Formen von Bauchverletzungen im Felde. Med. Klin. 1915 Nr. 27.
- JEHN u. NÄGELI, Über traumatische Eventration des Magens in die linke Brusthöhle unter dem Bilde des Spannungspneumothorax. M. Med. W. 1918 Nr. 51.
- JOSEPH, Die Kolostomie als typische Kriegsoperation. M. Med. W. 1916 Nr. 40.
- ISELIN, Ist der Inhalt des Magens oder der des Duodenums für das Bauchfell gefährlicher? Beitr. z. klin. Chir. Bd. 102.
- KAPOSI, Feldbrief an Se. Exzellenz Herrn Geh. Rat Prof. Czerny. M. Med. W. 1915 Nr. 18.
- KARER, Einige Erfahrungen über die operative Behandlung der Bauchschüsse. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 26.
- KAUSCH, Über Bauchschüsse im Felde. Ein Perforationsprobeschnitt. Berl. Klin. W. 1915 Nr. 52.
- KAYSER, Kriegssanitätswissenschaftlicher Abend in Pont Faverger, 20. 10. 14. M. Med. W. 1914 Nr. 50.
- Erfahrungen des Feldlazarets 6 des VI. Armeekorps. D. Med. W. 1915 Nr. 15.
- KELLING, Zur Frage der Behandlung der Bauchschüsse mittels komprimierenden Verbandes. Zbl. 1915 Nr. 15.
- Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde Dresden, 15. 1. 16. Ref.: M. Med. W. 1916 Nr. 23.
- KENÉZ, Röntgendiagnose einer Darmperforation. Berl. Klin. W. 1917 Nr. 47.
- KIELLEUTHNER, Über Schußverletzungen der Harnblase im Kriege. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100.
- KIRCHMAYR, Zur Pathologie und Therapie der Ampullenschüsse des Rektums. M. Med. W. 1917 Nr. 51.
- KLIMM, E., Kasuistisches über Bauchverletzungen im Kriege. Med. Klin. 1916 Nr. 36.
- KOTHE, Steckschuß der Vena cava inferior. D. Med. W. 1915 Nr. 10.
- KÖHLER, Die Chirurgie im Felde. Med. Klin. 1914 Nr. 40/41.
- KOERBER, Erfahrungen über Schußverletzungen der Harnblase und der inneren Harnorgane. Arch. f. klin. Chir. Bd. 111.
- Über einige Hauptgesichtspunkte aus unserer bisherigen Feldlazaretttätigkeit. Feldärztl. Beil. z. M. Med. W. 1915 Nr. 29.
- Chirurgische Gesichtspunkte für das Feldlazarett auf Grund bisheriger Erfahrungen. Med. Klin. 1915 Nr. 34.
- KÖRTE, Brief an Bruns: Zur Wundbehandlung im Kriege. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 Nr. 1.
- Kriegschirurtagung in Brüssel, 7. 4. 15. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- Über Schußverletzungen des Bauches. Bericht über die Sitzung der IX. Armee in Lodz, 20. 1. 15. Zbl. f. Chir. 1915 Nr. 9.
- KOETZLE, Über Bauchschüsse. M. Med. W. 1915 Nr. 19.
- KRALL, Zur Frage der Behandlung der Darmschüsse. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 133 S. 94.
- KRASKE, Über Bauchschußverletzungen. M. Med. W. 1915 Nr. 35.
- Über Bauchschüsse. M. Med. W. 1915 Nr. 22.
- Chir. Beobachtungen vom Kriegsschauplatz. M. Med. W. 1914 Nr. 35.
- Kriegschirurtagung in Brüssel. 7. 4. 15. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- KREUTER, Zur Wiederinfusion abdomineller Blutungen. M. Med. W. 1916 Nr. 42.
- KROH, Kriegschirurgische Erfahrungen einer Sanitätskompanie. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 97.
- KRÜGER-FRANCKE, Truppenärztliche Erfahrungen in der Schlacht. Berl. Klin. W. 1915 Nr. 1.
- KÜMMELL, Nierenverletzungen, chirurgische Nierenerkrankungen und ihre Begutachtung bei Soldaten. Berl. Klin. W. 1918 Nr. 33.
- KUBINY, v., Wasserstoffsuperoxydeinjektion in die Bauchhöhle bei verschmutzten Laporatomien. Med. Klin. 1916 Nr. 36.



- LANGE, Zur Behandlung der Bauchschiße im Kriege. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 97.
- LACHMANN, Seltener Verlauf eines Bauchschißes. M. Med. W. 1915 Nr. 8.
- LÄWEN, Erfahrungen zur Pathologie und operativen Behandlung der Bauchschußverletzungen. M. Med. W. 1915 Nr. 39.
- Erfahrungen über Bauchschußverletzungen und ihre Frühoperation im Feldlazarett. Beitr. z. klin. Chir. 1915 Nr. 97; Erg. d. Chir. u. Orth. Bd. 11.
- LÄWEN u. HESSE, Bakterienbefunde bei frischen Kriegsschußverletzungen. M. Med. W. 1916 Nr. 19.
- LANGEMAK, Beitrag zur Behandlung der Bauchschiße mittels komprimierenden Verbandes. Zbl. f. Chir. 1915 Nr. 23.
- LANGE u. POSNER, Eingeklemmter Zwerchfellbruch nach geheiltem Brustbauchschuß. Berlin. klin. W. 1918 Nr. 12.
- LENK, Über Befunde bei intraretroperitonealen Darmverletzungen. M. Med. W. 1916 Nr. 49.
- Röntgenbefunde bei frischen Bauchschißen. M. Med. W. 1916 Nr. 35.
- Ein Jahr Röntgenologie an der Front. Wien. Med. W. 1917 Nr. 1.
- LEXER, Die Grundlagen der heutigen Kriegschirurgie. D. Med. W. 1914 Nr. 40.
- LIEK, Bauchschiße, insbesondere Schüsse der Leber. Arch. f. klin. Chir. Bd. 107 H. 3.
- LIEBERT, Über die Sprengwirkungen bei Kleinkaliberschüssen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- LIEBLEIN, Zur Behandlung der isolierten extraperitonealen Schußverletzungen des Mastdarmes, nebst einem Beitrag zur Kasuistik der Sprengschüsse des Beckenausganges. Wien. Klin. W. 1917 Nr. 23.
- Behandlung der isolierten, extraperitonealen Schußverletzungen des Mastdarmes nebst einem Beitrag zur Kasuistik der Sprengschüsse des Beckenausganges. Feldärztl. Blätter d. k. u. k. 2. Armee Nr. 25. 1917.
- LOBENHOFFER, Über stumpfe Darmverletzungen. M. Med. W. 1914 Nr. 36 F. B.
- LOKWOOD u. KENNEDY, Behandlung von Schußverletzungen des Abdomens. Brit. med. journ. 1917 Nr. 2932.
- LÜKEN, Erfahrungen über Bauchschußverletzungen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 106.
- MARESCHE, Sekundäroperationen bei Bauchschißen. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 17.
- MARTIN, ANDRÉ, Plaies thoraco-abdominales. Revue de chirurgie. 37. Année. Nr. 9—12.
- MATTI, Ergebnisse der bisherigen kriegschirurgischen Erfahrungen. D. Med. W. 1916 Nr. 29—30.
- MATYAS, Bauchschiße. M. Med. W. 1915 Nr. 39.
- MEISSNER, Beckenschüsse. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 103.
- MANNINGER, Über Bauchschußverletzungen im Kriege. Erstes Jahrbuch des Kriegsspitals der Geldinstitute in Budapest. Beiträge zur Kriegsheilkunde. Berlin, Julius Springer. 1917.
- MERKENS, Erfahrungen über Darmschiße. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 108.
- MERTENS, Bauchschiße im Felde. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100.
- MEYER, A. W., Die Behandlung der Bauchschußverletzung im Felde. M. Med. W. 1915 Nr. 34.
- Die Wundinfektion im Kriege. Arch. f. klin. Chir. Bd. 103 H. 3.
- MEYER, C., Über einen Fall von Beckenbruch mit isolierter Zerreißung der Vena iliaca. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 138.
- MOCQUOT, PIERRE et BERNARD FEY, Les plaies du rectum par projectiles de guerre. Revue de chir. 37. année. No. 3 et 4. 1918.
- MOLINEUS, Bauchschußverletzungen im Felde. Med. Klin. 1916 Nr. 21.
- Freie Kugeln im Bauchraum. M. Med. W. 1917 Nr. 11.
- MOSER, H., Atropin statt Morphin bei Bauchschißen. Wien. Med. W. 1917 Nr. 3.
- MOST, Zur Prognose und Behandlung der Bauchschiße im Kriege. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100.
- NOBE, Zur Kasuistik der Zwerchfellschußverletzung mit Ileus. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 137.
- NORDMANN, Kriegschirurgische Erfahrungen im Feldlazarett. Med. Klin. 1915 Nr. 2.
- OVERDÖRFER, Zwerchfellschiße und Zwerchfellohernien. M. Med. W. 1918 Nr. 51.
- OBERST, Über Schußverletzungen des retroperitonealen Spaltraumes und ihre Beziehungen zur Bauchhöhle. M. Med. W. 1916 Nr. 11.
- Beobachtungen und Resultate bei frühzeitig eingelieferten Bauchschißen. M. Med. W. 1916 Nr. 48.
- Das Spannungspneumoperitoneum. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 17.
- OBST, S. u. HANS PEGGER, Zur Behandlung der Bauchschiße. Med. Klin. 1917 Nr. 15.
- M. v. ÖTTINGEN, Bauchschiße. Med. Klin. 1916 Nr. 12.
- ORTH, Penetrierende Brust- u. Bauchverletzungen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 97.
- PAMPERL, Chirurgische Tätigkeit in der belagerten Festung Przemyśl. Med. Klin. 1915 Nr. 41.
- PAYR, Ein Vorschlag zur Behandlung der Bauchschiße im Kriege. M. Med. W. 1914 Nr. 33.
- PEGGER, H., Ein Beitrag zu den Schußverletzungen der Harnblase. Med. Klin. 1917 Nr. 32.
- Zur Behandlung der Bauchschiße. Med. Klin. 1917 Nr. 15.
- PEISER, A., Über retroperitoneale Darmverletzungen durch Rückenschüsse. M. Med. W. 1915 Nr. 28.
- Über Darmnaht am vorgelagerten Darm. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 47.
- PERTHES, Bericht über die Sitzung der Militärärzte der IX. Armee in Lodz, 20. 1. 15. Ref.: Zbl. f. Chir. 1915 Nr. 9.
- Beitrag zur Prognose und Behandlung der Bauchschiße im Kriege. M. Med. W. 1915 Nr. 13.
- PETERMANN, Chirurgische Tätigkeit und Erfahrungen auf dem Hauptverbandplatz. Med. Klin. 1916 Nr. 43.
- Über Bauchverletzungen im Kriege. Med. Klin. 1917 Nr. 11.
- PETERSEN, Zur Behandlung der Bauchschiße. M. Med. W. 1901 Nr. 15.
- PETTAVEL, Kriegschirurgische Erfahrungen aus einem Rotkreuzspital in Lyon. Korrespondenzbl. f. Schweiz. Ärzte 1916 Nr. 12.

- PFISTER, Kriegschirurgentagung zu Brüssel 1915.
- PHILIPOWICZ, Kriegsverletzungen der unteren Harnwege und der Geschlechtsorgane. Arch. f. klin. Chir. Bd. 110.
- POPPER, Die Diagnose der Darmperforation mit Hilfe der Röntgendurchleuchtung. D. Med. W. 1915 Nr. 35.
- POSNER, Zur Chirurgie der Bauchsüsse. Berl. Klin. W. 1915 Nr. 51.
- POTPESCHNIGG, Vom galizischen Kriegsschauplatz. M. Med. W. 1915 Nr. 4.
- PRAHL, Über intraabdominelle Anwendung von Vuzin bei Bauchsüssen. D. Med. W. 1919 Nr. 14.
- PRIBRAM, Ein Beitrag zur Erkrankung der Gallenwege durch Askariden. D. Med. W. 1919 Nr. 24.
- Die operative Behandlung der Bauchsüsse im Spätstadium. Wien. Klin. W. 1917 Nr. 1.
- PROPPING, Über die Behandlung der Bauchsüsse bei der Sanitätskomp. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 112.
- QUÉNU et TARTOIS, Plaies de l'abdomen. presse médicale. Ref.: D. Med. W. 1915 Nr. 50 S. 1914.
- RAUP, Zwerchfellhernie als Folge eines Lungenschusses. D. Med. W. 1917.
- REHN, Über den Steckschuß und seine Behandlung. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 106.
- REHN, L., Kriegschirurgentag in Brüssel, 7. 4. 15, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- REICHEL, Die Nachbehandlung der Bauchschußverletzten im Kriege. Zeitschr. f. ärztl. Fortbildg. 1915 Nr. 15.
- REICHENBACH, Zur Bauchschußfrage. D. Med. W. 1917 Nr. 52.
- RIEDINGER, Zur Behandlung des Darmprolapses im Felde. M. Med. W. 1914 Nr. 38.
- RITTER, Zur Bewertung des Symptomes der Bauchdeckenspannung für die Diagnose, Brust- oder Bauchverletzung. M. Med. W. 1917 Nr. 11.
- ROBERT, Über Zwerchfellschußverletzungen mit Vorfalle von Baueingeweiden in die Brusthöhle. Inaug.-Diss. Kiel 1919.
- D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 147.
- ROEPER, Über Schußverletzungen des Darmes. M. Med. W. 1915 Nr. 6.
- RÖSSLER, Kriegsärztliche Demonstrationen. Naturwissenschaftl.-med. Gesellschaft zu Jena, 24. 2. 16. Ref.: M. Med. W. 1916 Nr. 18.
- ROSENSTEIN, P., Operative Heilung eines Bauchsusses durch freie Netztransplantation. D. Med. W. 1915 Nr. 35.
- ROCHS, Zur Kenntnis der traumatischen Zwerchfellhernien und Gewehrschußverletzungen. Berl. Klin. W. 1917 Nr. 4.
- ROST, Kurze Bemerkung zur Statistik der Bauchsüsse. Med. Klin. 1915 Nr. 25.
- Über Bauchsüsse. M. Med. W. 1915 Nr. 28.
- ROTHER, v., Chirurgie im Kriegslazarett. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- ROTTER, Zur Prognose und Therapie der Bauchsüsse. M. Med. W. 1914 Nr. 18.
- Über Bauchsüsse. Med. Klin., Feldärztl. Ausgabe 18, Jan. 15.
- RÜBSAMEN, Bauchsüsse im Bewegungskriege. D. Med. W. 1917 Nr. 32.
- RUPP, K., Ein Beitrag zur Chirurgie der Bauchsüsse. Wien. Klin. W. 1917 Nr. 23.
- Sanitätsbericht über die deutschen Heere 1870/71, 3. Teil, Verwundungen des Unterleibes. S. 588 ff. Berlin, Mittler u. Sohn. 1888.
- SAMPSON, Klinische Bemerkungen über perforierende Bauchwunden. Brit. med. journ., 15. 4. 16 Nr. 2885.
- SAUERBRUCH, Kriegschirurgentag in Brüssel, 7. 4. 15. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- Kriegschirurgische Erfahrungen. Korrespondenzbl. f. Schweiz. Ärzte 1916 Nr. 42.
- SCHIEBE, Sitzung der Sanitätskommission in Peronne. M. Med. W. 1914.
- SCHLEINZER, J., Operative Behandlung der Bauchsüsse. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 33.
- Kriegschirurgischer Bericht der Chirurgengruppe III des Maltheser-Ritter-Ordens. Wien. Med. W. 1916 Nr. 25.
- SCHIEDTMANN, Demonstration. Kriegsärztlicher Abend in Berlin. Med. Klin. 1914 Nr. 49.
- SCHLOESSMANN, Der chronische Zwerchfellbruch als typische Kriegsverletzungsfolge. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 113.
- SCHMIDT, J. E., Über einige Zwerchfellschußverletzungen. M. Med. W. 1917 Nr. 2.
- SCHMIEDEN, Kriegschirurgentag in Brüssel, 7. 4. 15. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- Lehrbuch der Kriegschirurgie v. BÖRCHARDT u. SCHMIEDEN. Berlin 1917.
- SCHOEN, Abgehen eines retroperitonealen Steckschusses auf natürlichem Wege. D. Med. W. 1918 Nr. 10.
- SCHÖNE, Erfahrungen über Diagnose und chirurgische Behandlung akuter Bauchfellentzündungen. Ther. d. Geg. 1916 Nr. 9, 10, 11 u. 12.
- Strengere Indikationen für die Ausgestaltung der operativen Peritonitisbehandlung. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 135.
- Über den Zeitpunkt des Ausbruches der Wundinfektion nach Schußverletzungen und rechtzeitige vorbeugende Wundbehandlung. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 143.
- SCHOLZ, Zur Diagnose der Darmverletzungen bei Bauchsüssen. Med. Klin. 1918 Nr. 31.
- SCHUBERT, Bauchsüsse im Bewegungskriege. D. Med. W. 1917 Nr. 14.
- SEHRT, Die Richtlinien chirurgischer Behandlung im Reservelazarett. Med. Klin. 1915 Nr. 18.
- Über einen Fall von chronischem Emphysem der unteren Rumpfhälfte. M. Med. W. 1917.
- SEIFERT, Einklemmte Zwerchfellhernie nach alter Schußverletzung. M. Med. W. 1918 Nr. 51.
- SELLHEIM, Bauchsüsse. M. Med. W. 1915 Nr. 2 S. 55.
- SENN, 2 Cases of Gunshot-wound of the abdomen. The medical News. Nr. 10. 1888.
- SEMBNER, Über eine Methode bei Bauchschoßoperation. D. Med. W. 1918 Nr. 44.
- SILBERGLEIT u. VEITH, Pylorusstenose und Magenverlagerung durch perigastrische Verwachsungen als Folge eines Schusses. D. Med. W. 1915 Nr. 4.
- SONNTAG, Erfahrungen im Feldlazarett. M. Med. W. 1915 Nr. 41.



- STACHOW u. WIESKOWSKI, Erste kriegschirurgische Eindrücke. Med. Klin. 1914 Nr. 46.
- STECKELMACHER, Schußverletzungen des Zwerchfells. D. Med. W. 1915 Nr. 12.
- STEIN, Die Behandlung von Bauchhöhlendurchschüssen im Feldlazarett. D. Med. W. 1918 Nr. 34.
- STEINTHAL, Der Verlauf der Bauchverletzungen in den Feldlazaretten. M. Med. W. 1919 Nr. 7.
- STIERLIN u. FISCHER, Symptome und Komplikationen der Bauchschüsse. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 131 S. 350.
- STOLZ, Zur Behandlung der Schußverletzungen des Mastdarmes. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 101.
- Verhandlungen der Vereinigung kriegsärztl. besch. Ärzte. Straßburg. D. Med. W. 1914 Nr. 49.
- STOLZENBERG, Beitrag zur Behandlung der Bauchschüsse im Felde. Inaug.-Diss. Rostock.
- STRAUSS, Indikationen zur Laparotomie im Felde. Med. Klin. 1915 Nr. 25.
- STRAUSS, M., Chirurgische Erfahrungen aus dem Feldlazarett. Med. Klin. 1914 Nr. 49.
- Die Behandlung der Bauchschußverletzungen im Stellungskriege. Med. Klin. 1916 Nr. 10.
- SUCHANEK, E., Zur Gefäßchirurgie im Kriege. Arch. f. klin. Chir. Bd. 110.
- Kriegschirurgische Erfahrungen aus den Balkankriegen 1912/13. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 91.
- Über Schußverletzungen des Thorax und Abdomens. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 91.
- SUDHOFF, Eigenartige Darmverletzung (Hernienschuß). M. Med. W. 1915 Nr. 46.
- SYRING, Bauchschuß und Invagination. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 111.
- THANNHAUSER, Traumatische Gefäßkrisen. Über Schock und Kollaps. M. Med. W. 1916 Nr. 16.
- TOCQUEMÈNE, Sur le traitement des blessures de l'abdomen par armes à feu. Ref.: Zbl. f. d. ges. Chir. u. i. Grenzgeb. Bd. 6. 1914 S. 269.
- TÖPFER, Richtlinien für die Notwendigkeit des Eingriffs bei Bauchschüssen. D. Med. W. 1915.
- TOSNER, Zur Chirurgie der Bauchschüsse. Berl. Klin. W. 1915 Nr. 51.
- TOSNER u. LANGE, Eingeklemmter Zwerchfellbruch nach geheiltem Brustbauchschuß. Berl. Klin. W. 1918 Nr. 12.
- VEIT, Kotfistel durch Spätnekrose der Darmwand beim Streifschuß des Bauches. Berl. Klin. W. 1917 Nr. 15.
- VOIGT, Kriegschirurgisches aus den ersten 4 Monaten des Krieges. Med. Klin. 1915 Nr. 10.
- VOLLBRECHT-WIETING, Kriegsärztliche Erfahrungen. Kriegschirurgischer Kongreß 1915.
- WAGNER, S., Über Tangentialschuß des Bauches mit Abschuß der m. Recti. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 101 1916.
- WALLACE, War surgery of the abdomen. The Lancet 1917.
- WALZEL, v., Zur Prognose der Schußverletzungen der Baueingeweide. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 47.
- WEIL, S., Über Baucherscheinungen bei Wirtelschüssen. M. Med. W. 1918 Nr. 49.
- WEIGEL, Demonstration. M. Med. W. 1916 Nr. 34.
- WENDLING, Ausschaltung der nervi Splanchnici durch Leitungsanästhesie bei Magenoperationen und anderen Eingriffen in der oberen Bauchhöhle. Diss. Basel 1918.
- WIETING-PASCHA, Über 120 Bauchschußverletzungen aus dem Balkankriege; beobachtet in dem osmanischen Fortbildungskrankenhaus zu Gülhane. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 92 S. 170.
- Über Zwerchfellverletzungen mit Ileus. D. Zeitschr. f. Chir. 1915 Bd. 134.
- Über den ersten Transport Verwundeter und seine Vorbereitung. M. Med. W. 1916 Nr. 38.
- Zur Frage der Bauchschüsse. D. Med. W. 1915 Nr. 33.
- Über Bauchschüsse und organisatorische Maßnahmen. Samml. klin. Vortr. N. F., Chirurgie 195.
- Die Pathogenese und Klinik der Gasbazilleninfektion (G. B. 7). D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 141.
- WILDEGANS, Sitzung der IX. Armee Lootz 20. I. 15. Zbl. f. Chir. 1915 S. 131.
- WILDT, Kotfistel mit künstlichem Sporn zur temporären völligen Ausschaltung des unteren Darmabschnittes. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 47.
- WILMANN, Zur Behandlung der Bauchschüsse. D. Med. W. 1916 Nr. 14.
- WILMS, Heilung bei schwerer Peritonitis. Naturhist. mediz. Verein Heidelberg, Sitzg. 30. 5. 16 Ref.: D. Med. W. 1916 Nr. 42.
- WOLF, W., Operative Behandlung der Bauchschüsse im Stellungskriege. M. Med. W. 1916 Nr. 11.
- WOLFSOHN, Die Ätherbehandlung der Peritonitis. M. Med. W. 1918 Nr. 49.
- WREDE, Beobachtungen im Feldlazarett über extraperitoneale Darmverletzungen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 116.
- Behandlung penetrierender Bauchverletzungen im Krieg und Frieden. Verhandl. d. med. Gesellschaft in Jena. D. Med. W. 1915 Nr. 5.
- ZIMMERMANN, Über eigenartige Sprengwirkung bei Schüssen in der Gegend des Beckenausganges. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100.

## Nach Abschluß der Arbeit erschienene Literatur:

- BIESENBERGER, 237 Fälle von Bauchschußverletzung. Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 120.
- EGIDI, Ferita toraco-addominale da paletta di shrapnel con lesione intestinale guarita spontaneamente dopo peritonite diffusa e forniatazione nel peritoneo di nodi predo tubercolari. Policlinico, sez. chir. Jahrg. 27 H. 1.
- FANTOZZI, Sull' uso del etere, per medicature, lavaggi e inondazioni intraperitoneali. Policlinico, sez. chir. Jahrg. 27.
- FRANZ, Kriegschirurgie Leipzig 1920. Werner Klinkhardt.
- LUSSANA, Contributo allo studio delle ferite penetranti dell'addome. Gar. d. osp. e. d. chir. Jahrg. 41 No. 2.
- THOMPSON, Abdominal surgery in the conical clearing station and evacuation hospital. Surg. gynecol. a. obstetr. Bd. 30. 1920.



## 2. Kriegsverletzungen der Leber, Gallenblase, Gallengänge, Pankreas, Milz.

Von Geh. San.-Rat Prof. Dr. WERNER KÖRTE in Berlin.

Im Kriege Generalarzt d. L., Beratender Chirurg beim III. Res.-Korps.

Mit 3 Abbildungen im Text.

### A. Kriegsverletzungen der Leber.

Die Kriegsverletzungen der Leber bieten ein überaus wechselvolles Bild dar. Neben glatten Durchschüssen der oberen Bauchgegend durch Infanteriegeschosse oder kleine Splitter von Artilleriegeschossen, welche der Heilung ohne Eingriffe fähig sind und als relativ gutartige Verwundungen gelten können, kommen andererseits durch Infanterie- wie durch Artilleriegeschosse schwere Zerreißen und Zertrümmerungen des Organes vor, welche teils unmittelbar zum Tode führen, teils sehr schwere Folgen nach sich ziehen und trotz chirurgischer Hilfe doch noch oft genug durch Blutung, Gallenerguß in Brust- oder Bauchhöhle, oder durch Infektion das Leben des Verwundeten schwer bedrohen oder vernichten können.

Dazu kommt noch der Umstand, daß infolge der nahen Beziehungen der Leber zur Brusthöhle und zu den benachbarten Organen der Bauchhöhle das verwundende Geschloß sehr häufig nicht die Leber allein, sondern gleichzeitig noch ein oder mehrere andere lebenswichtige Organe durchschlägt und so Nebenverletzungen mit sich bringt, welche schon an und für sich das Leben ernstlich gefährden. Bei diesen komplizierten Verletzungen tritt oft genug die der Leber in den Hintergrund gegen die Verwundung der anderen Organe, besonders der des Magen-Darm-Kanales. Für die Beurteilung einer Leberwunde kommt also in erster Linie in Betracht, ob noch anderweite lebenswichtige Organe verletzt sind oder nicht. Eine Frage, die oft unmittelbar nach der Verwundung außerordentlich schwer zu entscheiden ist.

Unter den Kriegsverletzungen des Organes kommen praktisch nur diejenigen durch Feuerwaffen der verschiedensten Art in Betracht, daneben die sehr viel selteneren durch Verschüttung, Hufschlag, Überfahung und ähnliche stumpfe Gewalten verursachten, welche den analogen Friedensverletzungen sehr nahestehen. Verwundungen durch blanke Waffen (Säbel, Bajonett, Lanze, Messer) sind im Weltkriege offenbar sehr selten vorgekommen und werden in der Literatur meines Wissens nicht erwähnt.

Über die Zahl der Leberverletzungen im Weltkriege ist zur Zeit — und vielleicht für immer — keine auch nur annähernde Angabe zu machen. Es muß vor allem betont werden, daß sicherlich eine große Anzahl dieser Art von Verwundeten unmittelbar der Schwere der Verletzung nach auf dem Kampfplatze erlegen ist, hauptsächlich wohl durch innere Verblutung. Ausweise gibt es darüber nicht. Eine weitere Anzahl ist noch in die Hände der Ärzte auf dem Truppenverbandplatze gelangt und dort schnell gestorben, ohne daß dort begreiflicherweise eine sichere Feststellung der Verletzungsart möglich gewesen ist.

Von denjenigen Leber-Bauch-Verwundungen, welche bis zum Hauptverbandplatze noch lebend gelangt sind, wird ebenfalls eine nicht unbedeutende Zahl erlegen sein, ehe es möglich war, durch Operation eine Rettung zu versuchen. Und Sektionen der schnell Gestorbenen konnten auch dort nur ausnahmsweise ausgeführt werden, am ehesten noch im Stellungskriege, in ruhigeren Zeiten, aber nicht beim Bewegungskriege und bei Großkampfhandlungen.

Nur ein Teil der Leberverletzten ist in die Feld- oder vorderen Kriegslazarette gelangt, die also bereits ein ausgesiebtetes Material in die Hände bekamen. Aus diesen Formationen liegen die Mitteilungen von Beobachtungen einzelner vor, aber eine Gesamtübersicht ist nicht zu geben, wozu die unglückliche Beendigung des Krieges und das Chaos nach demselben besonders beigetragen hat.

In die Heimatslazarette sind nur solche frische Fälle gelangt, welche als einfache Durchschüsse ohne schwere Nebenverletzungen anzusehen waren, von den schwereren Verletzungen nur diejenigen Fälle, welche die ersten Gefahren glücklich überwunden hatten und „in Heilung“ abtransportiert werden konnten. Auch bei diesen sind noch manche Spätfolgen aufgetreten, die Nachoperationen erforderten.

Diese Verhältnisse werden besonders klar hervorgehoben in einer Mitteilung von MATYAS, welcher als Frontarzt in einem bestimmten Zeitraume 59 Bauchschußverletzungen behandelte. Von diesen starben 11 sogleich oder in einigen Minuten, 20 binnen 2–8 Stunden, 28 wurden nach rückwärts abgeschoben, aber nur 10 erreichten das Feldspital — alle anderen starben unterwegs oder in der „Divisions-Sanitäts-Anstalt“, und zwar waren unter den 10 auch noch einige mit Bauchwandschüssen.

Ähnlich gibt ROTTER an: Die Mortalität der Bauchschüsse betrug auf dem Hauptverbandplatze 90%, im Feldlazarett 80%, im Kriegslazarett 40–50%, im Reservelazarett 0%.

Bei allen Berichten über Leberverletzungen kommt es demnach darauf an, an welcher Stelle der Sanitätsformationen sie gemacht wurden. Von großer Wichtigkeit ist ferner die Art der Kriegshandlungen, Stellungs- oder Bewegungskrieg, sowie die Beschaffenheit des betreffenden Kriegsschauplatzes. Im Bewegungskriege mit Großkampftagen werden die Bedingungen für die Versorgungen der Bauchverletzungen im allgemeinen, also auch der Leberverletzungen, stets ungünstigere sein wie im Stellungenkriege. Sodann waren die äußeren Verhältnisse im Westen immer günstigere als in den meisten Gegenden im Osten. Dort waren die Verwundeten oft einem schwierigen Transport auf schlechten Wegen ausgesetzt, während im Westen an vielen Stellen auf besseren Wegen schnell gut eingerichtete Lazarette erreichbar waren. Aus diesen äußeren Umständen ergeben sich schwerwiegende Verschiedenheiten für die Erfolge der Behandlung, deren erste Bedingung die ist, daß Leber- und Bauchverletzte im allgemeinen so schnell als möglich in gute Lazarettbehandlung gebracht werden können.

Die Erfahrung des einzelnen kann bei dem ungeheuren Verletzungsmaterial des Weltkrieges und bei der großen Verschiedenheit der örtlichen und allgemeinen Verhältnisse niemals ausreichen, um ein getreues Bild der mannigfachen Formen der Leberverletzungen zu geben, da der einzelne immer nur Bruchteile des Gesamtmateriales zu sehen bekommt. Wer es unternimmt, einen Abriß von dieser Art der Verwundungen zu geben, der ist also stets mit darauf angewiesen, was von anderen Beobachtern darüber mitgeteilt ist.

Unter diesen Veröffentlichungen ist besonders hervorzuheben die umfassende Arbeit über die Bauchschußverletzungen von LÄWEN, welche in vortrefflicher Weise ein reiches eigenes Material an Leberverletzungen, wie das große in der Literatur niedergelegte Beobachtungsmaterial zusammengefaßt hat. Seine Ausführungen sind mir vielfach von Nutzen gewesen. Unter den Arbeiten, welche sich spezieller mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, sind ferner noch zu nennen die von BURKHARDT und LANDOIS, von HÄNEL, von LIEK und von LÜKEN. In den sehr zahlreichen Mitteilungen über Bauchschüsse im allgemeinen finden sich viele Berichte über Leberschüsse verzeichnet.

Von gegnerischer Seite standen mir nur wenige Berichte zu Gebote, unter diesen die Comptes-Rendus de la confér. interalliée pour l'étude des plaies de guerre 1917, 9. Séance 19. 5. 17, sowie eine Arbeit von HILSE von der russischen Armee. Im ganzen weichen die Ansichten der gegnerischen Chirurgen nicht wesentlich von den unsrigen ab.

Meine eigenen Erfahrungen gründen sich auf kurze Aufzeichnungen über 54 Fälle von Leberverletzungen, welche ich während meiner kriegschirurgischen Tätigkeit machen konnte. Dieselbe begann an der Westfront (Antwerpen, Yser, Langemark), wurde dann an die Ostfront verlegt (Polen, Nowo Georgiewsk, Litauen, Wilna), ging dann 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Jahre wieder zur Westfront (Verdun, Somme-, Aisnegegend). Sie spielte sich zum kleineren Teile im Bewegungs-, zum größeren Teile im Stellungenkriege und

Abwehrschlachten ab, und zwar sowohl an Hauptverbandplätzen, Feldlazaretten wie an vorderen Kriegslazaretten. Einiges ist mir von befreundeten Kollegen mitgeteilt worden über gemeinsam gesehene Fälle.

Eine Einteilung der Leberverletzungen nach der einwirkenden Geschoßart erscheint zunächst als nahe liegend. Das Infanteriegeschoß kann unter günstigen Umständen einfache und gut heilende Durchschüsse machen, aber in anderen Fällen wiederum setzt es schwere Zerstörungen und Zertrümmerungen des Lebergewebes bis zum völligen Zerplatzen des Organes durch Querschläger oder bereits deformiert einschlagende Geschosse. Die Infanteriegeschoßwunden können also eine sehr verschiedene Form und Wichtigkeit haben. Die Entfernung, aus welcher das verwundende Geschoß kam, bedingt ebenfalls große Unterschiede in der Art der Leberwunde. Die Schrapnellkugel hat im allgemeinen nicht die gleiche Durchschlagskraft wie das Infanteriegeschoß, daher sind Steckschüsse häufiger, dafür verursacht das massigere Geschoß stärkere Zertrümmerung des Gewebes; indessen kommen auch hier große Unterschiede vor, je nach der lebendigen Kraft, mit welcher das Schrapnellgeschoß einschlug.

Die Splitter der Artilleriesprenggeschosse machen, je nach ihrer Größe und nach der ihnen innewohnenden Durchschlagskraft, recht verschiedenartige Leberverletzungen. Während grobe Sprengstücke schwere Zerreißen und Zertrümmerungen setzen, können die kleinen Splitter die Leber glatt durchbohren, ähnlich wie die Infanteriegeschosse. Bei dem Überwiegen der Artilleriewirkung in diesem Kriege und bei der immer stärkeren Wirkung der Sprenggeschosse durch mächtige Explosivstoffe, wie durch Anwendung von Metallzusammensetzungen, welche ein Zerspringen in kleinste Bruchstücke herbeiführten, gewannen die Verletzungen der Bauchorgane durch Artillerieschoßsplitter eine erhöhte Bedeutung. Sehr oft waren die Verletzungen mehrfache, zuweilen dem Schrotschusse ähnlich. Das Mitreißen von Kleidungssetzen und anderen Fremdkörpern war häufig und erhöhte die Infektionsgefahr.

Die Splitter von Handgranaten, Fliegerbomben und Wurfminen bestehen aus dünnen, zackigen Metallblättern, welche mit sehr starker Gewalt einschlagen und daher sehr zerstörend wirken.

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die einzelnen Geschoßarten keine anatomisch einheitlichen Verletzungen in der Leber verursachen (LÄWEN), so daß man daraufhin keine Einteilung begründen kann.

Das weiche Drüsengewebe der Leber kann von Infanteriespitzgeschossen oder kleinen Artillerieschoßsplittern glatt durchschlagen werden mit kleinem Ein- und Ausschuß. Solche glatte Schußkanäle können unter günstigen Umständen ohne erhebliche Reaktion ausheilen mit schmaler Narbe, und zwar um so eher, je dünner die durchbohrte Leberpartie ist. Daraus folgt die relative Ungefährlichkeit der Leberandschüsse (ohne Nebenverletzungen). Derartige glücklich verlaufende Fälle mögen nach Infanteriegeschoßwunden etwas häufiger sein als bei den anderen Geschoßarten, und sie haben den Grund abgegeben für die Annahme der relativen Ungefährlichkeit der Schüsse durch die Oberbauchgegend. Es ist aber zu betonen, daß dieser glatte Verlauf nicht die Regel bildet.

Meist ist dagegen der Schußkanal nicht eine glatte röhrenförmige Wunde, sondern es finden sich radiäre Risse von dem Kanal ausgehend. Im Inneren des Kanales besteht eine größere Zertrümmerungshöhle, mit Blut und Gewebstrümmern gefüllt. Der Ausschuß ist kegelförmig erweitert mit radiären Rissen. Diese Form kommt vor allem bei Durchschüssen durch dicke Lebermassen zustande, und zwar, wie BURKHARDT und LANDOIS betonen, keineswegs nur bei Nahschüssen. Eine Abbildung von LÄWEN zeigt diese Form der Leberverletzung.

Diese Neigung zum Zerplatzen, Auseinanderreißen des Drüsengewebes, so daß größere Partien desselben bis auf den Zusammenhalt durch die zähere peritoneale Kapsel gelöst oder auch völlig abgetrennt werden können, ist für die Schußverletzungen



dieses Organes charakteristisch. Dieser Vorgang ist zu erklären durch die starke Drehung des Infanteriegeschosses, durch das Herumwirbeln des Granatsplitters, wodurch weiche Gewebsbestandteile mit- und losgerissen werden. Auch wenn es nicht zum Losreißen von größeren Gewebsteilen kommt, so ist doch das Gewebe in der Umgebung des Schußkanales in seiner Lebensfähigkeit stark beeinträchtigt, so daß es leicht der Nekrose verfällt. BORST unterscheidet in der Umgebung des Schußkanales die diesem direkt anliegende Zone der traumatischen Nekrose und in der weiteren Umgebung die Zone der molekulären Erschütterung. In der letzteren fehlen grob anatomische Veränderungen, aber die Lebensfähigkeit ist geschwächt, so daß bei einsetzender Infektion und Entzündung diese Gewebsteile dem Absterben verfallen.

Diese ausgedehnten Zerstörungen kommen besonders bei Schüssen durch dicke Leberschichten zustande. Maßgebend ist daneben noch die Geschwindigkeit sowie die Gestalt des Geschosses (BURCKARDT und LANDOIS); mit je größerer Kraft und

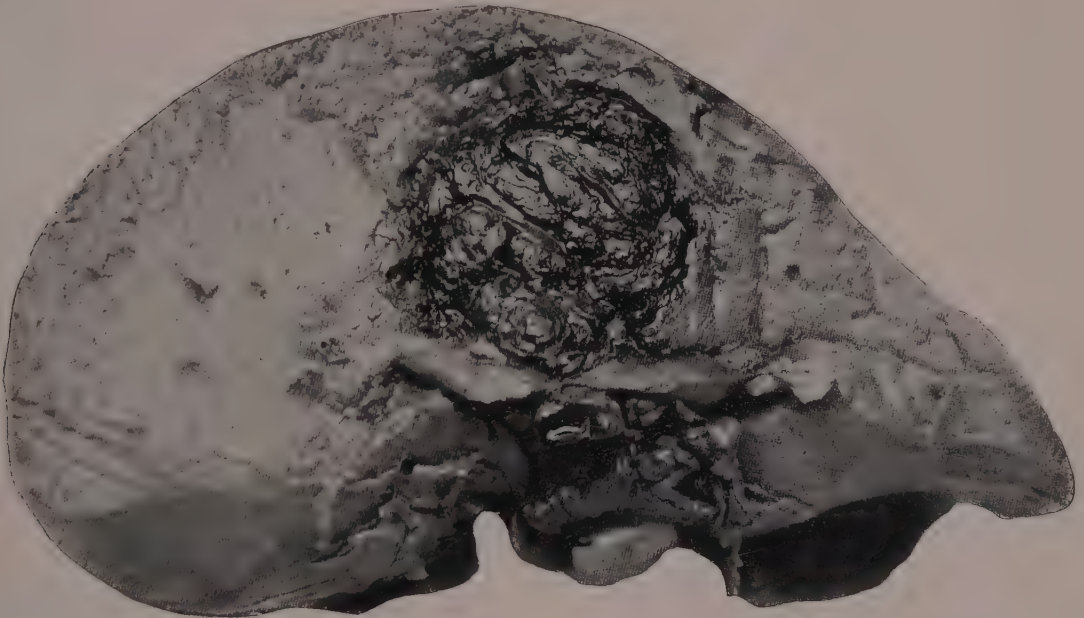


Abb. 16. Infanteriegeschößdurchschuß durch die Leber mit starker Gewebszertrümmerung, trichterförmiger Wunde nach LÄWEN.

(Aus Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie, Bd. X.)

Geschwindigkeit das Geschöß einschlägt, desto zerstörender ist seine Wirkung, und je unregelmäßiger die Form desselben ist (deformierte Infanteriegeschosse, zackige Artilleriegeschößsplitter), desto mehr wird das Gewebe unregelmäßig zerrissen und zerplatzt.

Verletzung größerer Blutgefäße in der Drüse erhöht die Lebensgefahr unmittelbar durch Blutung nach außen oder in die Körperhöhle, und sie hat sekundär anämische Infarkte und Nekrose in der weiteren Umgebung des Schußkanales zur Folge (BORST). Herdförmige zerstreute Lebernekrosen sah LÄWEN bei einer Durchschießung eines Astes der art. hepatica auf dem Sektionstische. Die beiden Hauptäste, in welche die art. hepatica beim Eintritt in die Leber zerfällt, sind als Endarterien zu betrachten, deren Verschluß zum Absterben ausgedehnter Stücke der Drüse führt, sofern nicht die primäre Blutung sofort tödlich gewirkt hat. Die Wunden in der Gegend des Leberhilus sind aus diesem Grunde besonders gefährlich, sowie auch durch Verletzung größerer intrahepatischer Gallengänge mit nachfolgendem Gallenerguß in die Bauchhöhle. Schüsse durch den Leberrand sowie tangential verlaufende Rinnenschüsse sind im allgemeinen gutartiger als

die Durchschüsse durch dicke Leberteile. Gefährlicher sind dagegen wieder tiefere Aufreißungen, Aufpflügungen durch scharfe zackige Splitter, wegen der erhöhten Blutungsgefahr.

Auch völlige Abreißung von größeren Leberstücken, welche frei in der Bauchhöhle lagen, sind beobachtet worden. LÜKEN entfernte ein losgerissenes Leberstück von 7:5:5 cm, tamponierte die Wunde und erzielte Heilung; einen ähnlichen Fall beschreibt v. WALZEL, das abgerissene Leberstück maß 9:2:3 cm, der Verwundete konnte am 12. Tage in Heilung abtransportiert werden.

Eine wichtige Abteilung bilden die nicht seltenen Steckschüsse der Leber. Sie kommen sowohl bei Infanterie- wie bei Artilleriegeschossen vor. LÄWEN beschreibt einen Infanteriegewehrsteckschuß.

Gewehrscuß aus 200 m Entfernung. Einschuß etwa 4 Querfinger breit unterhalb der rechten Brustwarze und 2 Querfinger breit nach innen von der Mamillarlinie. Tod am 7. Tage p. tr. Die Sektion zeigt einen kleinfingerdicken Einschuß in der Mitte der Vorderfläche des rechten Lappens, in der Tiefe des 6 cm langen schmierig belegten Schußkanales liegt das deformierte Mantelgeschöß, dessen Spitze fehlt und in dessen oberem Teil der Mantel zackig aufgerissen ist. Der Schußkanal ist gegen die Umgebung durch eine 1 mm dicke gelbe Membran abgegrenzt.

Häufiger sind Steckschußverletzungen durch Schrapnellkugeln oder Splitter von Artilleriegeschossen. Dieselben reißen sehr oft Teile der Kleidung mit sich und führen Infektion herbei, wenn sie nicht frühzeitig durch Operation entfernt werden. Größere Metallstücke sind durch Fingeruntersuchung meist leicht zu fühlen, kleine flache Stücke sind dagegen oft schwer zu finden und bilden den Ausgang für Spätabzesse. Der Schußkanal in der Leber ist dann oft verklebt und kaum mehr aufzufinden, der Fremdkörper liegt in einer buchtigen Abszeßhöhle.

Neben diesen direkt durch Geschosse verursachten Leberwunden kommen noch Quetschungen oder Zertrümmerungen von Leberteilern vor durch tangential die seitliche rechte Oberbauchgegend streifende Granatsplitter, mit oder ohne Eröffnung des Bauchfelles. BURCKHARDT und LANDOIS haben solche Verletzungen beschrieben, welche zu Blutungen und Nekrosen in den oberflächlichen Schichten der Leber führten.

Ferner sind Leberrisse durch Verschüttung (SIMON), durch Hufschlag (GUNDERMANN) und durch andere die Oberbauchgegend quetschende Gewalten beobachtet, wie sie auch im Frieden vorkommen.

Wenn wir die Symptome der Leberverletzung betrachten, so müssen wir zunächst betonen, daß reine Leberwunden ohne Nebenverletzungen wohl die Minderzahl sind gegen die mit Verwundung anderer wichtiger Organe des Bauches oder der Brust verknüpften, bei welchen letzteren dann manchmal die Leberverletzung nur nebensächliche Bedeutung hat.

Die Verwundung der Leber ruft zunächst einen, je nach der Stärke und Ausdehnung der Wunde, gradweise verschiedenen Nervenschock hervor, Blässe der Hautdecken, kleinen Puls, kühle Extremitäten, allgemeine Hinfälligkeit. Hand in Hand damit, und oft nicht gleich davon zu trennen, sind die Erscheinungen der inneren Blutung. Das Unterscheidungsmerkmal besteht darin, daß der Schock nach Lagerung, Erwärmung, Morphiumeinspritzung (mit Vorsicht!), Infusion von Kochsalzlösung intravenös oder subkutan, Einspritzung von Kampferöl und anderen Analeptics in einigen Stunden zu weichen pflegt, daß dagegen die von der inneren Blutung herrührenden Kollapserscheinungen zunehmen. Blutung nach außen kann bei enger Schußöffnung ganz fehlen. Aus größeren gerissenen Schußöffnungen kann reichlicher Abfluß dunklen venösen Blutes aus der Leber erfolgen.

Erbrechen kommt nach LÄWEN etwa in der Hälfte der reinen Leberverletzungen vor. Die Atmung ist behindert, wenn die Wunde nahe dem Zwerchfell verläuft (noch mehr natürlich bei Brust-Leber-Schüssen, s. w. u.).

Spannung der Bauchdecken ist die Regel, es sei denn, daß nur geringfügige Streif- oder Randschüsse vorliegen, welche nicht zum Einfließen von Blut oder Galle



in die Bauchhöhle geführt haben. „Glücksfälle“ der letzteren Art können ohne wesentliche Bauchreaktion verlaufen.

Gallenabfluß nach außen fehlt zunächst in der Regel bei kleinen äußeren Wunden; bei größeren gerissenen Verletzungen der bedeckenden Bauchwand kann er bald nach der Verletzung auftreten und ist dann oft verbunden mit Abgang von krümeliger zertrümmerter Lebersubstanz. In anderen Fällen tritt Gallenausfluß erst mit dem Beginn der Eiterung ein.

Ikterus ist in der ersten Zeit nach der Verwundung meist nicht vorhanden, tritt erst später, und oft nur in geringem Grade, ein.

Der rechtsseitige Schulterschmerz ist bei Leberwunden nicht konstant, tritt auch meist erst in der Periode der entzündlichen Reaktion ein.

Die Lage des Ein- und Ausschusses kann mit einiger Vorsicht für die Diagnose Leberschuß verwendet werden, dabei ist die Körperhaltung im Augenblick der Verwundung zu berücksichtigen.

Bei Steckschüssen gibt die Lage des Einschusses kein ganz sicheres Zeichen für Betroffensein der Leber ab, es müssen die übrigen Erscheinungen berücksichtigt werden, oft gibt erst die Röntgendurchleuchtung sichere Entscheidung.

Bei leichten Fällen von Leberschüssen wird die Diagnose im Beginne nicht immer mit Sicherheit zu stellen sein. Auch wo nur der Verdacht darauf besteht, sollte ohne dringende Notwendigkeit kein weiterer Transport in den ersten Tagen vorgenommen werden, weil dadurch eine schon zum Stehen gekommene Blutung von neuem einsetzen kann, und weil ferner auch eine Infektion der äußeren Wunde bei längerem Transport leichter entstehen kann, als wenn der Verletzte zunächst einige Tage in Ruhe und in derselben ärztlichen Aufsicht bleibt. So sah GUNDERMANN bei 4 von 5 reinen Leberschüssen, welche vom westlichen Kriegsschauplatze nach dem Reserve-lazarett in Gießen abtransportiert waren, nachträglich noch Komplikationen auftreten, welche operative Eingriffe erforderten.

Der weitere Verlauf der Leberverwundung hängt im wesentlichen von drei Umständen ab: 1. Von der Stärke der Blutung, sowie davon, ob dieselbe frühzeitig sachgemäß gestillt werden kann; 2. von dem Eintreten oder Fehlen von Infektion und 3. in hohem Grade von deren Vorhandensein oder Fehlen wichtiger Nebenverletzungen, welche schon an sich das Leben gefährden.

Die Blutung ist zunächst das hervorstechendste und wichtigste Moment bei der Leberwunde, sie führt in einer nicht unbedeutenden Zahl von Fällen den alsbaldigen Tod auf dem Schlachtfelde herbei; darin stimmen alle Kriegschirurgen überein. Die Stärke der Blutung hängt ab von der Art und dem anatomischen Sitz der Wunde. Bei den schon erwähnten glatten Durchschüssen mit engen Ein- und Ausschüssen kann die Blutung schnell zum Stehen kommen, das sind die günstigen Fälle, welche ohne operativen Eingriff heilen können. Die Randpartien sowie die obere Fläche der Drüse enthalten weniger bedeutende Blutgefäße als die dicke Masse des Organes. Am gefäßreichsten ist die Gegend der Leberpforte. — BURCKHARDT und LANDOIS geben an, daß sie selbst bei anscheinend großen Zerstörungen der Leber die Blutung zum Stillstand kommen sahen ohne Operation. LÄWEN hat bei 21 (meist komplizierten) Leberschüssen gefunden, daß 13mal reichliche, 3mal mittlere, 5mal spärliche Blutung erfolgt war. Die ersten Autoren (B. und L.) weisen mit Recht darauf hin, daß der aus der Leber stammende Bluterguß in die Bauchhöhle, auch wenn er an und für sich nicht erheblich ist, sehr an Bedeutung gewinnt, wenn gleichzeitig der Darmkanal eröffnet ist, während er bei reinen Leberwunden zur unschädlichen Aufsaugung kommen kann (über die Blutung in die Brusthöhle s. bei „Nebenverletzungen“). Nachblutungen sind im weiteren Verlaufe beobachtet worden (s. unter „Spätfolgen“).

Wenn die Blutungen die erste und dringendste Gefahr darstellen, so kommt als zweite die der Infektion des Schußkanales. Wir haben im Kriege eingesehen,



daß auch reine Durchschüsse der Körpergewebe im allgemeinen nicht als „aseptische“ Wunden angesehen werden können, sondern daß ein Mitreißen infektiöser Stoffe in der Mehrzahl der Fälle angenommen werden muß, in dem das Geschöß kleine Teile vom Erdboden, von der Kleidung, von der Haut mitreißt. Wenn die Menge und die Infektiosität der Keime eine geringe ist, und vor allem, wenn Ein- und Ausschuß klein sind und trocken verkleben, dann können die Körpergewebe die eingedrungenen Keime unschädlich machen. Wenn dagegen gröbere mit Keimen beladene Erdteile oder Stoffetzen in die Wunde mitgerissen sind, oder wenn die Öffnung in der Körperdecke eine weite, gerissene und gequetschte ist, so haben die Keime Gelegenheit, in dem verwundeten Gewebe auszukeimen und die Infektion des ganzen Schußkanales ist die Folge. Diese Bedingungen spielen auch bei den Leberwunden eine wichtige Rolle.

Reine Durchschüsse mit kleiner Ein- und Ausschußwunde, also vor allem solche von Infanteriegeschossen, aber auch die von kleinen Artilleriegeschößsplittern herrührenden, haben eine relativ günstige Prognose, sie können ohne wesentliche Entzündung und Eiterung zur Heilung kommen. Dagegen sind Verwundungen der Leber durch deformierte oder quergerichtete Infanteriegeschosse, sowie die durch Artilleriegeschößsplitter verursachten größeren gerissenen Wunden und die Steckschüsse ganz besonders stets der Gefahr der Infektion ausgesetzt. Dieselbe kann primär in der Leberwunde auftreten oder sie kann von der äußeren eiternden Wunde sekundär in die Leberwunde hineindringen. Dort finden die Keime in der zerrissenen, buchtigen, mit Leberbröckeln und Blutgerinseln gefüllten Wunde einen besonders günstigen Nährboden.

Dies kann zur akuten septischen Leberentzündung und schnellem Tode führen. BURCKHARDT und LANDOIS sahen zwei derartige Fälle, von welchen der eine bemerkenswerterweise von einem anscheinend glatten Gewehrdurchschuß herrührte.

Der Verwundete erholte sich zunächst, so daß er außer Gefahr schien. Eines Tages bekam er hohes Fieber und starb tags darauf. Man fand, daß keine Pneumonie vorlag, dagegen war der rechte Leberlappen durchschossen: zweimarkstückgroßer Ein- und ebensolcher Ausschuß, im Inneren der Leber große Zertrümmerungshöhle mit dünnem, galligem, trübem Sekret.

Solche Fälle von akuter Lebersepsis sind mehrfach beobachtet (UHLMANN, DEMMER, BOWLBY u. a.). In weniger akut verlaufenden Fällen kommt es zur Abszeßbildung und Abstoßung von Lebersequestern, welche lange dauernde Eiterung unterhalten und durch chronische Sepsis oder Durchbruch in die Bauchhöhle zum Tode führen können (s. „Spätfolgen“).

Die in dicken Muskelschichten so häufig beobachtete Infektion durch anaeröbe Keime, das Gasödem, ist in der Leber nur selten beobachtet worden.

BORST sah einmal echte Gasgangrän nach einem Lebersteckschuß durch Granatsplitter mit Tuchfetzen. KOLACZEK beschreibt einen Fall von Lungen-Zwerchfell-Leberversetzung durch Granatsplitter, bei dem die Sektion faulige Gangrän der ganzen Leber, „Schaumleber“, aufwies. Er faßt den Fall auf als eine besonders stürmisch verlaufende Gasphlegmone, die von dem mächtigen Leberparenchym ausgegangen war. KROH beschreibt folgenden Fall:

Verwundet 10. 2., abends 7 Uhr durch Artilleriegeschöß, Aufnahme 7 Stunden danach; mehrfache Splitterverletzungen am Arm und Bauch, Zertrümmerung der rechten 11. Rippe und Wundtrichter in der Leber. Ausschneiden der Wunden, Tamponade der Leberwunde. Tod 13. 2., 7 Uhr morgens. Bei der 2 Stunden p. m. ausgeführten Sektion fanden sich Gasbläschen in der Leber und sämtlichen Bauchorganen. Granatsplitter in der Leber. Leber, Milz, Nieren wurden mikroskopisch untersucht und wiesen die charakteristischen Fraenkelschen Gasbrandbazillen in großen Mengen auf.

Dieser Fall ist wohl mit Sicherheit als typische Gasphlegmone der Leber anzusehen. Auch REHN und COBET sahen einen Fall von Gasphlegmone der Leber nach Brustbauchsteckschuß der Leber.

KRASSNIG hat bei 53 Sektionen von an Gasbrand Verstorbenen mehrfach Gasbläschen in der nicht verletzten Leber gefunden, die er für Metastasen, nicht für „Schaumleber“ infolge fauliger Zersetzung hält.

Der dritte für den Verlauf der Leberwunden wichtige Punkt ist der, ob Nebenverletzungen vorhanden sind oder nicht. Die anatomische Lage der Leber bringt es mit sich, daß das verletzende Geschöß sehr häufig noch andere lebenswichtige Organe durchschlägt. Nach oben reicht die Leberkuppe bis dicht an die Wölbung des Zwerchfelles und damit sehr nahe an die Basis der Lunge, daher sind Lungen-, Zwerchfell- und Leberschüsse nicht selten. Nach abwärts und rückwärts grenzt die rechte Niere unmittelbar an die hintere untere Leberfläche, woraus sich die Häufigkeit der Leber-Nieren-Schüsse erklärt. Vorn legt sich die Flexura hepatica coli dicht an den vorderen Leberrand an, so daß ein an und für sich wenig wichtiger Leberrandschuß durch Verletzung des Dickdarmes sehr große Gefahren bringen kann.

Medianwärts liegen unter der Leber die großen Gefäße (Vena portae, Vena cava inferior, sowie große arterielle Stämme), ferner das Duodenum mit dem Pankreaskopf sowie der Magen. Quer von rechts nach links durchschlagende Geschosse können noch die Milz erreichen. Endlich sind die Dünndarmschlingen nicht selten gleichzeitig mit der Leber durchbohrt.

Es ergeben sich aus diesen anatomischen Verhältnissen sehr zahlreiche Kombinationen komplizierter Verletzungen, die mit der Leberwunde gleichzeitig entstehen können. Die letztere tritt dabei nicht selten in den Hintergrund, weil die anderen Verletzungen wichtiger und gefährlicher sind. Diese komplizierten Verletzungen haben im allgemeinen eine sehr trübe Prognose. Zu den schwerwiegendsten sind zu rechnen grobe Aufreißungen der Brustwand, Zertrümmerungen der Niere, und vor allem die meist mehrfache Durchbohrung des Magen-Darm-Kanales. Die gleichzeitige Verletzung der großen Blutgefäße führt meist den Tod herbei, ehe der Verletzte in ärztliche Behandlung gebracht werden kann.

Was die Häufigkeit der reinen Leberwunden, ohne anderweitige Organverletzungen, anbelangt, so sind bestimmte Angaben darüber sehr schwer zu machen, weil ein Teil derselben, die glatten Durchschüsse, meist zu den verhältnismäßig leichteren Verwundungen gezählt wurden, welche häufig ohne operative Behandlung zur Heilung kamen und nicht besonders verzeichnet wurden in den Berichten über Bauchschüsse. Diese geben meist nur die Zahl der durch Operation oder Sektion festgestellten Leberwunden an und erwähnen nur, daß neben denselben noch eine größere Zahl einfacher Leberdurchschüsse bei konservativer Behandlung geheilt seien (BURCKHARDT und LANDOIS, ALBRECHT, HEYROWSKI, v. WALZEL u. a.). Bei den Leberwunden dieser Art fehlt naturgemäß oft der zwingende Beweis, daß die Leber verletzt war. Man ist auf die Beurteilung der Richtung des Schußkanales nach Ein- und Ausschuß angewiesen, die übrigen Merkmale, wie Schulterschmerz, Ikterus, Gallenausfluß, Bauchfellreizung, können ganz fehlen.

Sodann zählen einzelne Autoren die glatten Brust-, Zwerchfell- und Leberdurchschüsse noch zu den reinen Leberwunden, andere rechnen sie zu den komplizierten. Auch dadurch wird die Vergleichung des aus der Literatur entnommenen Zahlenmaterials etwas erschwert.

LÄWEN hat aus den Mitteilungen von 25 Autoren und seinen eigenen Erfahrungen 139 reine Leberschüsse\*) zusammengestellt, von welchen 52 starben = 37,4% Mortalität. Meine eigenen Aufzeichnungen ergaben, daß unter 54 Fällen 22 waren, welche

\*) Unter LÄWENS Zahlen sind 23 von mir auf der Brüsseler Kriegschirurgentagung 1915 erwähnte Fälle mit 9 † einbegriffen. Diese Zahlen bilden nur einen Teil meiner Gesamterfahrungen auf diesem Gebiete. In LÄWENS Berechnung (S. 739) muß sich ein Druckfehler eingeschlichen haben. Er gibt die Gesamtzahl der aus der Literatur gesammelten Leberverletzungen auf 249 an, von diesen waren 110 mit Nebenverletzungen verbunden. Danach würden sich 139 (und nicht 239, wie gedruckt ist) reine Leberwunden ergeben mit 52 Todesfällen = 37,4% Sterblichkeit.

als „reine Leberschüsse“ angesprochen werden (mit den oben angegebenen Einschränkungen). Von diesen 22 starben 4 = 18%. Dabei ist zu bemerken, daß diese Fälle größtenteils dem östlichen Kriegsschauplatze (Polen, Litauen) entstammen, wo 1914/15 die Gewehrschußverletzungen überwogen.

Von anderen Autoren, welche bei LÄWEN nicht genannt sind, habe ich noch folgende Zahlen entnommen über reine Leberwunden (s. nebenstehende Tabelle).

		davon †
FEDERSCHMIDT . . . . .	18	4
PRIBRAM . . . . .	11	—
SZYMANOWICZ . . . . .	2	1
KRASKE . . . . .	3	—
HILSE (Rußland) . . . . .	4	1
BUSCH . . . . .	3	2
SIMON . . . . .	5	3*)
V. BARDELEBEN . . . . .	8	5
ULLMANN . . . . .	2	1
ALBRECHT . . . . .	25	3
PETERMANN . . . . .	21	6
HEYROWSKI . . . . .	46	15
V. WALZEL . . . . .	1	—
HOSEMANN . . . . .	1	—
	150	41 = 27,3% Sterblichkeit

Schon wenn man diese Zahlen betrachtet, so ergibt sich, daß darin sehr Verschiedenartiges zusammengefaßt ist. Wer viele glatte Infanteriegeschosßdurchschüsse in die Hände bekommen hat, wird günstigere Erfolge sehen als derjenige, unter dessen Material viel schwere Artillerieverletzungen der Leber zu behandeln waren. Denn die erstere Art der Verwundung heilt oft überraschend gut, während schwere Zertrümmerungen der Leber zu den gefährlichen Verwundungen gehören. Ferner muß betont werden, daß die Zahlen viel zu klein sind, um einigermaßen richtige

Sterblichkeitsziffern daraus aufstellen zu können. Die Gesamtzahl der wirklich vorgekommenen kennen wir aber vorläufig nicht. Zusammenfassend läßt sich im allgemeinen über die unkomplizierten Leberwunden nur sagen: Je geringer die Zerstörung des Gewebes ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit der Heilung; während umgekehrt die Lebensgefahr wächst mit der Ausdehnung der Zertrümmerung des Lebergewebes. Unter den Todesursachen nimmt die Blutung

die erste Stelle ein, darnach kommt die Infektion.

Über das Zahlenverhältnis der reinen Leberschüsse zu den komplizierten geben einige Autoren Auskunft (s. nebensteh. Tabelle).

Auch diese Zahlen beweisen, wie außerordentlich verschieden das Material der einzelnen durch äußere Umstände sich gestaltet.

Das Zusammentreffen von Leberschüssen mit denen anderer Organe kann in sehr verschiedener

	Leber allein verletzt	Leber und andere Organe
LÄWEN . . . . .	11	24**)
LIEK . . . . .	10	20
MERTENS . . . . .	13	8
HAENEL . . . . .	16	12
WINTER . . . . .	4	1
BUSCH . . . . .	3	6
WILLMANNS . . . . .	4	8
KRASKE . . . . .	3	5
HAERTEL . . . . .	1	6
KÖRTE . . . . .	22	32
SIMON . . . . .	5	5
	92	127

Art sich gestalten. Drei große Gruppen lassen sich daraus hervorheben:

1. Brust- und Bauchschüsse, bei welchen das Geschosß durch die Brustwand eindringt, die Pleurahöhle eröffnet mit oder ohne Lungenverletzung und dann durch das Zwerchfell hindurch in die Leber gelangt.

2. Leber- und Nierenschüsse.

\*) Ohne Magen- und Darmverletzungen.

\*\*) Bei 35 durch Autopsie festgestellten Fällen.



### 3. Leberschüsse mit gleichzeitiger Durchbohrung von Teilen des Magen-Darm-Kanales.

Diese drei Hauptgruppen können sich in mannigfacher Weise untereinander kombinieren, auch Pankreas, Milz und große Blutgefäße können gleichzeitig mitverletzt sein.

Die Lebensgefahr steigt bei diesen komplizierten Leberverletzungen außerordentlich. Sehr viele von den derart Verwundeten gelangen nicht mehr in die Hände des Arztes, und bei vielen anderen ist eine operative Hilfe nicht mehr erfolgreich. LÄWENS Zusammenstellung, ergänzt durch einige weitere Angaben von mir und anderen Autoren, gibt darüber Aufschluß.

Mit Nebenverletzungen komplizierte Leberverletzungen:

LÄWENS Zusammenstellung aus der	Sa.	gestorben
Literatur und eigenen Fällen . . .	110	85 = 77 % †
KÖRTE . . . . .	32	18
PETERMANN . . . . .	8	6
WINTER . . . . .	2	—
BUSCH . . . . .	6	3
KRASKE . . . . .	5	5
SIMON . . . . .	4	3
FEDERSCHMIDT . . . . .	11	4
	178	124 = 69,66 % †

Die angegebenen Prozentzahlen dürften eher zu niedrig als zu hoch sein. Die meisten Autoren betonen die sehr ungünstige Prognose der komplizierten Leberverletzungen (LÜKEN, ENDERLEN und SAUERBRUCH, MOST, MERTENS, HÄRTEL, KRASKE u. a.).

Am ungünstigsten ist prognostisch die Gruppe 3. Hier überwiegen die Verletzungen des Magen-Darm-Kanales an Wichtigkeit jene der Leber. Für die Heilung ist die rechtzeitige Versorgung der ersteren die Hauptsache, gegen welche die Leberwunde zunächst in den Hintergrund tritt. Der aus der Leber erfolgende Blut- und Gallenerguß in die Bauchhöhle hat dadurch einen ungünstigen Einfluß, daß derselbe einen guten Nährboden für die aus dem Darm austretenden Keime abgibt. Die Gruppe 1, Brust- und Leberschüsse, umfaßt Fälle von verschiedener Wichtigkeit. Das Geschoß (Infanteriegeschoß oder kleine Artilleriegeschoßsplitter) kann den Komplementärraum und Zwerchfell mit kleiner, sich schnell zusammenziehender Wunde durchschlagen, ohne die Lunge zu verletzen. In solchen Fällen kann die Nebenverletzung ohne besondere Folgen bleiben. Wenn die Lunge mit durchschossen ist, so entsteht in der Regel ein Hämothorax, der durch Gallenbeimischung aus der Leberwunde kompliziert wird und bei Infektion zum Empyem führt. Größere Zertrümmerungen der Brustwand erhöhen die Gefahr beträchtlich durch das Eintreten von Luft in die Pleurahöhle mit ihren Folgen, so daß diese Verletzungen zu den sehr schweren gehören. Bemerkenswert ist es, daß bei Brust- und Leberwunden eine Ansaugung des aus der Leber ausfließenden Blutes in die Brusthöhle stattfinden kann, derart, daß die Bauchhöhle fast frei von Blut ist (BURCKHARDT und LANDOIS, MERTENS).

v. WALZEL verlor einen Fall von Brust-Leber-Magenschuß durch Lufteintritt in die Pleura während der Operation.

Verwundung durch Handgranatensplitter, alsbaldige Operation, die Leberkuppe war aufgerissen, der Magen an 2 Stellen durchbohrt. Nach Versorgung dieser wurde die Leber heruntergezogen, um die Wunde an der Kuppe zu besichtigen, dabei erfolgte Lufteintritt in die Pleura durch die freigewordene Zwerchfellwunde, es trat sofortiger Tod ein.

Bei den Leber-Nierenschüssen (Gruppe 2) fällt es sehr ins Gewicht, ob ein einfacher Durchschuß oder stärkere Zertrümmerung des Organes vorliegt, welche eine Entfernung der Niere notwendig macht. Gleichzeitige Verletzung des Kolonwinkels erhöht die Gefahr beträchtlich.

### Weiterer Verlauf der Leberschußwunden.

Gallenabfluß nach außen, oft gemischt mit Bröckeln abgestorbenen Lebergewebes stellt sich in der Regel ein, wenn nicht bei kleiner Hautöffnung und engem Schußkanal die Wunde sich schnell mit einem Blutgerinsel füllt und durch Organisation desselben verheilt. Kommt es zur Eiterung in der Leberwunde, dann erfolgen oft Abstoßungen von Stücken des gequetschten Lebergewebes in der Umgebung des Schußkanales, und diese Sequester unterhalten dann eine lang dauernde Eiterung und Gallenfistel, welche nach Entleerung der Sequester und Schaffung günstiger Abflußbedingungen zu heilen pflegt. Eröffnung größerer intrahepatischer oder extrahepatischer Gallengänge führen ebenfalls zu lang dauernden Gallenfisteln.

In der Bauchhöhle erregt das Einfließen von nichtinfizierter Galle eine chronische, zu vielfachen Verklebungen führende Entzündung. Der Erguß kann in der Umgebung der Leber abgekapselt werden oder er verbreitet sich über größere Teile des Bauchfelles. In beiden Fällen erfolgt sehr langsame Aufsaugung, oder dieselbe stockt gänzlich und der Erguß muß dann durch Operation beseitigt werden. Einen Fall der letzteren Art operierte LANDAU und nannte das Krankheitsbild Cholaskos. Ich sah nach einem glatten Durchschuß, welcher bereits verheilt war, eine gallige Peritonitis entstehen unter dem Bilde der chronischen Bauchfellentzündung, welche große Beschwerden verursachte. Im unteren Teile der Bauchhöhle eröffnete ich einen umfangreichen, mit galligem Exsudat gefüllten Hohlraum, dessen Wände dicke, schwartige Auflagerungen, wohl alte Blutgerinsel, bildeten. Der Kranke starb einige Zeit danach an allgemeiner Erschöpfung. Bei LÄWEN findet sich die Beschreibung eines ähnlichen Falles. GUNDERMANN hat abgesackte Gallenansammlungen unterhalb der Leber operiert. SCHMIEDEN erzielte bei einem ähnlichen Falle Heilung durch Punktion. BUSCH hat einen Fall mitgeteilt, bei dem es 16 Tage p. tr. durch einen abgesackten Gallenerguß unterhalb der Leber zum Darmverschluß durch Abklemmen des Querkolon kam.

Brust-Leber-Steckschuß 14. 10.: Hämothorax 26. 10. punktiert, 30. 10. Erscheinungen von Darmverschluß. Im Epigastrium unterhalb der Leber eine bis zur Nabelhöhe reichende zystische Geschwulst, welche bei der Operation eröffnet wird unter Entleerung von  $2\frac{1}{2}$  l hellgrüner Galle. Das Querkolon ist an der Flexura hepatica abgeklemmt. Drainage der Höhle. Darauf Schwinden des Darmverschlusses. Während die Gallenabsonderung allmählich nachließ, trat ein Empyema pleurae auf, welchem Patient, trotz Entleerung durch Rippenresektion 17. 11. erlag. Die Sektion wies nach, daß die Wände der großen Gallenzyste im Verheilen waren.

Es scheint, daß die Verletzung eines größeren intrahepatischen Gallenganges die Gallenzyste hervorgerufen hatte.

Auch auf die Pleura übt einfließende Galle einen starken Reiz aus, der zur chronischen Pleuritis führt mit sehr behinderter Resorption des Ergusses. Ich fand in solchen Fällen die Pleura mit dicken Schwarten bedeckt, welche die Aufsaugung der Flüssigkeit sowie die Ausdehnung der Lunge störten. v. GAZA beobachtete acht Fälle von galliger Pleuritis nach Brust-Leber-Wunden.

Durchbruch von galligem Eiter in einen Bronchus und Aushusten von Galle mit Eiter ist öfter beobachtet. LIEK beschreibt einen sehr eigenartigen Fall von Gallen-bronchusfistel am Halse.

Verwundung in gebückter Stellung durch Infanteriegeschloß aus 4—500 m. Einschuß 2 Quersfinger unterhalb des Ohrläppchens am Halse. Ausschuß 1 Quersfinger breit lateral von der Spina ilei post. sup. Es mußte die rechte Lunge und die Leber längs durchbohrt sein. Aus der Einschußwunde am Halse strömte massenhaft grüngelbe Galle, ebensolche wurde ausgehustet. Rechtseitiger Hämothorax. Nach anfangs schwerem Verlaufe trat langsam völlige Heilung ein.

Aus dem Blut- und Galleerguß in die Pleurahöhle entsteht nicht selten ein Empyem der Pleurahöhle. Die Infektion kann von außen durch die Eingangswunde, seltener von der mitverletzten Lunge aus, häufiger von der Leberwunde aus erfolgen, wenn dort durch mitgerissene Keime, Stoffetzen oder steckengebliebene Geschossteile

Eiterung angeregt wird. Der Vorgang kann sich auch so abspielen, daß zunächst ein Empyem der Pleurahöhle entsteht und von da aus die Infektion durch die Zwerchfellwunde in die Leberhöhle fortgeleitet wird. Es entstehen dann zwei durch das Zwerchfell getrennte Eiterhöhlen, eine über dem Zwerchfell, die andere unterhalb desselben. Da die Wunde in der dünnen Muskelplatte des Zwerchfelles meist eng und schlitzförmig ist, so muß die Behandlung in der Eröffnung beider Höhlen bestehen. BURKHARDT und LANDOIS haben auf diese Verhältnisse besonders hingewiesen, ich habe mehrere derartige Fälle gesehen und operiert (s. „Behandlung“).

In 2 von mir beobachteten Fällen bestand neben der Brust-Leber-Verletzung eine solche des Herzbeutels mit nachfolgender eitriger Perikarditis bzw. Concretio pericardii.

Brust-Herzbeutel-Leber-Schuß. Verwundung durch Handgranate 12. 2. Vielfache kleine Wunden an der rechten Brustseite und Extremitäten. 8. 3. eitrige Perikarditis, Operation nach REHN. Tod an Erschöpfung 24. 4. Sektion (Stabsarzt GROSS): Verwachsung des Perikardiums an der Vorderseite, an der Rückseite eitrige Perikarditis, Reste von Tuchfetzen. Ein schmaler Gang führt durchs Zwerchfell in die Leber, in dieser eine Höhle mit schwierigen Wandungen, einen Granatsplitter 6:12 mm und Tuchfetzen enthaltend. Vielfache Granatsplitterwunden.

St., Leutnant, verwundet 21. 6. Kriegslazarett 20. 6. Vielfache Splitterwunden an der rechten Brust und allen 4 Extremitäten. Rechts Hämothorax abgesaugt 8. 7. Aneurysma der linken Art. femoralis im Wachsen. Arteriennaht. Wunde heilt gut. 21. 7. Diphtheria faucium. Fieber 30. 7. Exitus. Sektion: In der Leberkuppe rechts ein großer Abszeß mit vierkantigem Splitter und Knochensplittern von der 9. Rippe. Gallig seröses Exsudat in der Pleura. Concretio pericardii ein erbsengroßer Splitter darin. Art. femoralis an der Nahtstelle thrombosiert.

Von dem Leberabszeß aus können besonders nach Steckschüssen subphrenische oder subhepatische Eiterherde entstehen, von welchen aus eine Infektion der freien Bauchhöhle erfolgen kann (s. weiter unten).

Nachblutungen aus Leberwunden sind mehrfach vorgekommen (LIEK, PETERMANN u. a.). Ich habe in 3 Fällen wiederholte Blutungen gesehen aus Leberabszessen mit engem Ausgange, in welchem abgestoßene Gewebsequester eine dauernde Reizung unterhielten. Es handelte sich um Granulationsblutungen, welche nach breiter Freilegung der Eiterhöhle und nach Ausräumung der Sequester aufhörten. Aber auch durch Arrosion größerer Gefäße in Leberwundhöhlen können Blutungen hervorgerufen werden.

Was die wichtige Frage nach der Behandlung anbelangt, so ist dieselbe nicht so zu stellen: ob konservativ oder operativ, sondern: in welchen Fällen darf man abwarten, in welchen Fällen muß sogleich operiert werden? Die Entscheidung muß nach den vorliegenden Erscheinungen des einzelnen Falles getroffen werden, da die Leberwunden und die von denselben ausgehende Lebensgefahr sehr verschiedenartig sind. Darin stimmen alle Kriegschirurgen von Erfahrung überein, daß einfache glatte Durchschüsse, auch Brust-Leber-Schüsse dieser Art, zunächst abwartend behandelt werden, aber unter Beobachtung gehalten werden und nicht zu früh abtransportiert werden sollten. In der Beobachtungszeit wird sich herausstellen, ob Anzeichen von fortdauernder Blutung nach innen oder gar Darmverletzungen angenommen werden müssen, welche Zustände eine Operation dringend erfordern. Diese Entscheidung ist oft recht schwierig und auch von dem Erfahrenen nicht sofort, sondern erst nach einigen Stunden der Beobachtung zu stellen. Auch selbst bei Leber-Nieren-Durchschüssen mit kleiner Wunde kann zunächst abgewartet werden.

Daß solche einfachen Durchschüsse durch die Lebergegend bei abwartender Behandlung heilen können, lehrt eine vielfältige Erfahrung.

ALBRECHT	hatte bei konservativer Behandlung auf 25 Leberschüsse 3 Todesfälle,
HEYROWSKI	„ „ „ „ „ 20 „ 1 Todesfall,
KÖRTE	„ „ „ „ „ 22 „ 4 Todesfälle

zu verzeichnen.



Ein primärer Eingriff ist geboten, sobald Zeichen von andauernder innerer Blutung fortbestehen, ferner bei größeren zerrissenen Wunden der Bauch- oder Brustwand mit Blutung nach außen, ferner in allen denjenigen Fällen, wo gleichzeitige Verletzungen anderer Bauchorgane, vor allem des Magen-Darm-Kanales, angenommen oder befürchtet werden müssen. Die letztere Entscheidung kann sehr schwierig sein, da eine sichere Erkennung der Sachlage oft erst durch den Bauchschnitt ermöglicht wird.

Für die Versorgung der Leberwunde kommt zunächst die Stillung der oft beträchtlichen Blutung in Frage, danach die Ableitung von Leber- und Wundabsonderung unter Schutz der Bauchhöhle. Beides wird am besten mittels Tamponade durch sterile Gaze oder Jodoformgaze erreicht. Daneben kommt die Umstechung oder isolierte Unterbindung einzelner blutender Gefäße in Betracht. Auch das Einstopfen eines Netzstückes unter Nahtbefestigung an den Wundrändern kann von Nutzen sein. Das Zunähen von größeren zerrissenen Leberwunden hat gewisse Bedenken, da die Blutung dadurch zwar sicher gestillt werden kann, dabei aber die Möglichkeit besteht, nichtlebensfähige Gewebsteile einzunähen. Ein Ausschneiden der zertrümmerten Leberwunde ist wegen der dabei erneut auftretenden Blutung und wegen der Verlängerung des Eingriffes nicht ratsam. Ganz abgetrennte Lebertteile oder solche, die nur noch durch den Bauchfellüberzug mit dem übrigen Organ zusammenhängen, müssen natürlich entfernt werden. Die Leberwunde wird durch Gazetampon versorgt.

Steckschüsse mit kleinem Einschuß und ohne Zeichen innerer Blutung können abwartend behandelt werden, bis durch ein Röntgenbild die Lage des Splitters sicher bestimmt werden kann. Kleinere Geschoßsplitter können einheilen; falls sie spätere Abszesse hervorrufen sollten, muß noch sekundär gegen diese vorgegangen werden.

Größere Sprengstücke können leicht gefühlt und ausgezogen werden. Das Suchen nach kleinen Splintern bei engem Schußkanal kann dagegen schwierig sein und Schaden stiften, ist daher besser zu unterlassen.

Der Bauchschnitt richtet sich nach der Schußrichtung; im allgemeinen ist der Schrägschnitt am Rippenrande für die Freilegung der Leber am besten. Bei der Naht der Bauchwand ist zu berücksichtigen, daß unter ungünstigen äußeren Verhältnissen leicht Eiterung in der Wunde auftritt. Ich sah zwei auf dem Hauptverbandplatz wegen einfacher Leberschüsse Operierte, bei welchen 8 Tage später zwar die Leberwunde vollkommen verheilt war, die Bauchdeckenwunde dagegen in großer Ausdehnung vereitert war. Es ist daher anzuraten, die Bauchwand nicht völlig zuzunähen, die Hautwunde entweder offen zu lassen oder über Gaze zu vernähen. Für die Gazetampons muß selbstverständlich ein Teil der Wunde offen bleiben.

Bei Brust-Leber-Schüssen ist mehrfach die transthorakale Freilegung und Versorgung der Leberwunde ausgeführt. IEHN empfiehlt dieselbe auf Grund von 10 Heilungen bei 14 Fällen. Auch von ORTH, HAGEDORN, ENDERLEN, SAUERBRUCH, BURCKHARDT und LANDOIS werden solche transthorakalen Eingriffe bei Brust-Leber-Schüssen berichtet. Das Nähere über diese Thoraxoperation ist in dem Kapitel über Brustwunden nachzulesen.

Auch über die Maßnahmen, welche bei den Verletzungen anderer Bauchorgane zu treffen sind, muß in den betreffenden Abschnitten nachgesehen werden. Schwere Zertrümmerungen mit gleichzeitigen Darmverletzungen sind vielfach zugrunde gegangen (KRASKE, LÄWEN, LÜKEN u. a.). Daneben sind auch wieder einzelne sehr schwere komplizierte Leber-Darm-Verletzungen operativ zur Heilung gebracht (so von ENDERLEN und SAUERBRUCH, Zertrümmerung des rechten Leberlappens, Verletzung der Flexura dextra coli, der Vena renalis dextra, Nierenexstirpation, Lebertamponade, Heilung).

Bei sehr starker Blutung in die Bauchhöhle aus reinen Leberwunden ist die von THIES schon vor dem Kriege bei geplatzter Extrauterinschwangerschaft anempfohlene Reinfusion des aus der Bauchhöhle ausgeschöpften Blutes in eine Vene anempfohlen und einige Male mit gutem Erfolg angewendet worden, so von HENSCHEN,

KREUTER, WOLF. Auch LÄWEN wendete sie dreimal an, seine Fälle waren so schwer, daß ein günstiger Erfolg nicht erreicht werden konnte, jedoch war der Eindruck auch für ihn ein günstiger.

Das aus der Bauchhöhle steril ausgeschöpfte Blut wird durch mehrfache Gaze-lagen in physiologische Kochsalzlösung filtriert, die Mischung in die Ellenbogenvene infundiert. Die Wirkung soll eine bessere und nachhaltigere sein als die bei einfacher Kochsalzlösungsinfusion.

Was die weitere Behandlung der Leberwunde anbelangt, so sind die eingelegten Gazestreifen bis zur Lockerung möglichst lange liegenzulassen, es folgt dann in der Regel reichliche gallig-eitrige Absonderung, oft gemischt mit abgestoßenen Leberbröckeln. Die äußere Wunde ist daher möglichst lange weit offenzulassen. Die Leberwunde schließt sich langsam unter Granulationsbildung, nur wenn größere Gallengänge eröffnet waren, dauert stärkerer Gallenfluß lange Zeit an und kann dann die Kräfte stark mitnehmen. Abgesackte Gallenergüsse in der Umgebung des verletzten Organes können sekundäre Eingriffe, Absaugung oder Inzision erfordern; sodann kann die Eiterung in der Leber oder im subphrenischen Raume, oft verbunden mit Pleuraempyem, noch operatives Vorgehen nötig machen. Ich hatte bei meinem Material 15mal sekundären Eingriff auszuführen (4 Todesfälle).

Oft sind es Stücken abgestorbenen Lebergewebes, welche in der Wundhöhle liegenbleiben und die Verheilung hindern. Es besteht dann ein enger Kanal, durch welchen wohl der Eiter abfließen kann, während Gewebsequester und andere Fremdkörper in der Höhle zurückbleiben, die Eiterung unterhalten und die Bildung gesunder Granulationen verhindern. Ich sah diese Lebersequester unter 54 Fällen 11mal teils bei Operationen (s. unten), teils bei Sektionen. Daneben ist oft der starre Rippenbogen, welcher die Abszeßhöhle deckt, dem Zusammenrücken der Abszeßwände hinderlich. Um die Ausheilung anzubahnen, ist es in solchen Fällen notwendig, zunächst durch Rippenresektion einen breiten Zugang zu schaffen. Die Pleura fand ich in meinen Fällen derart meist verwachsen, den Komplementärraum verödet. Wenn das nicht der Fall ist (wie in Fall 23), dann wird eine Absteppnaht zur Vereinigung der Pleura parietalis mit der Pleura diaphragmatica vorgenommen. Liegt bereits ein Empyem der Pleurahöhle vor (Fall 52), so findet man das Zwerchfell in die Höhe gewölbt und in demselben den zur Leberwunde führenden Gang.

Durch ausreichende Spaltung wird nun die Abszeßhöhle freigelegt und von Sequestern oder anderen Fremdkörpern befreit. Bei Abszessen, welche hinter dem Rippenrand liegen (Nr. 35, 40, 53), muß dieser so weit reseziert werden, daß der Zugang zum Abszeß frei wird und daß die Höhle zusammenrücken kann.

Nach diesem Eingriff füllt sich die Abszeßhöhle bald mit guten Granulationen, die offenen Gallengänge werden durch diese verschlossen, so daß der Gallenabfluß bald aufhört, auch die Granulationsblutungen lassen schnell nach (Fall 5). Die Entfernung zersplitterter Rippenteile begünstigt die Ausheilung (Fälle 23, 33, 34, 53). Ich habe Aufzeichnungen über 7 derartig behandelte Fälle, welche ich in kurzem Auszuge folgen lasse; nur 1 derselben, ein schon älterer dekrepider Mann (53), starb. 4 derselben wurden transthorakal, 3 vom Rippenrandschnitt aus operiert.

Nr. 5. Französischer Verwundeter. Infanteriegeschoss. Einschuß rechts am Rücken im Bereiche der untersten Rippen; Ausschuß vorn rechter Rippenrand Mamillarlinie. Aus Ausschuß erfolgt starke gallige Eiterabsonderung und wiederholte Blutungen. Rippenresektion, Freilegung einer apfelgroßen Höhle, welche mehrere fingergliedgroße Lebersequester enthält. Entfernung der Sequester. Danach hörten Blutung und Gallenfluß bald auf. Die Wunde füllte sich mit guten Granulationen. In Heilung. Abtransport.

Nr. 23. Sch., verwundet Ende November 15. Steckschuß, Gewehrgranate. Einschuß 9.I. C. R., rechts vor der Achsellinie. 6. 12. Aus der engen Einschußöffnung starkgallige Eiterung, bei Hustenstößen verstärkter Ausfluß. Resektion von je 10 cm der verletzten 8. und 9. Rippe. Absteppnaht der Pleura. Durchtrennung von Pleura parietalis und Diaphragma. Eiterherd in der Leber-

kuppe mit Lebersequester eröffnet, breit freigelegt. Nachlaß des Fiebers und der Galleabsonderung, Wunde granuliert gut.

Nr. 33. S., verwundet 21. 6. Artilleriegeschöß. Einschuß im 6. I. C. R., vordere Achsellinie. Ausschuß im Epigastrium unterhalb proc. ensiformis. 5. 7. aus der Achselwunde starke Galle- und Eiterabsonderung, 6. Rippe gebrochen. 8. 7. Resektion der 6. Rippe und der beiden benachbarten Rippen. Freilegung und breite Spaltung des Eiterherdes in der Leber, Entfernung von abgestoßenem Lebergewebe. Die Pleurahöhle war verklebt. Nachlaß der Galleabsonderung. 25. 7. mit flacher, gut granulierender Wunde abtransportiert.

Nr. 34. Sch., verwundet 1. 10. Infanteriegeschöß. Einschuß rechte Thoraxseite an der 8. Rippe, hinter der hinteren Achsellinie, vier Rippen sind angesplittert. Ausschuß Rippenrand rechts, vor der vorderen Achsellinie. Starke gallig-eitrige Absonderung. 25. 10. in Lokalanästhesie, Resektion der zersplitterten 8.—11. Rippe. Die Pleura ist verklebt. Spaltung des Schußkanals bis in die Leberhöhle, Entleerung nekrotischer Fetzen. Anfang Dezember mit oberflächlich granulierender Wunde abtransportiert.

Nr. 35. D., verwundet 7. 12. Infanteriegeschöß. Einschuß hinten unterhalb 12. Rippe. Ausschuß Epigastrium unterhalb Schwertfortsatz, reichliche eitrige-gallige Absonderung. 3. 1. Einschußwunde verheilt, aus Ausschuß noch starke Absonderung, Verhaltung, Spaltung der Ausschußwunde nach ab- und auswärts durch Rippenrandschnitt. Leberhöhle eröffnet, kleine nekrotische Fetzen entfernt. Danach läßt die Eiterung sehr nach. 17. 1. muß noch ein Empyem durch Rp. Res. operiert werden. 10. 3. Leberwunde geschlossen. Aus der Pleurahöhle noch mäßige Eiterung, hat sich erholt. Abtransport.

Nr. 40. P., verwundet 30. 4. 17. Artilleriegeschöß, Steckschuß. Einschuß 3. Quersfinger breit von der rechten Brustwarzenlinie nach außen, im unteren Rippenbogen. Pleurahöhle ist eröffnet, rechter Leberlappen zertrümmert, Jodoformgazetamponade in F.-Lag. 27. 5. Kriegslazarett. Pleura verheilt, in der Leber eine größere Höhle mit Verhaltung. 9. 6. Resektion des 6.—9. Rippenknorpels. Subphrenischer Leberabszeß mit nekrotischen Bröckeln breit eröffnet. 27. 6. gut granulierende Wunde, keine Galleabsonderung mehr, mäßige Eiterung. In Heilung Abtransport.

Nr. 53. Lebersteckschuß. Eitrige Peritonitis †. W., verwundet 8. 3. Artilleriegeschöß, Steckschuß. Einschuß am rechten Rippenbogen neben der Parasternallinie. Kommt 3 Wochen später in Behandlung. 31. 3. Subphrenischer Abszeß durch Resektion des Rippenrandes eröffnet. Kleiner schlitzförmiger Einschuß in der Leber. Splitter nicht gefunden. Es folgte reichlich gallig-eitrige Absonderung. 22. 4. Pleuritis dextra. 23. 4. Exitus. Sektion: eitrige Peritonitis, Kommunikation mit der subphrenischen Höhle nicht zu finden. Fingerkuppengroßer Granatsplitter in der Leber. Pleuritis dextra.

Die nachstehende, mir von Dr. WILDEGANS mitgeteilte Beobachtung zeigt, wie wichtig es ist, bei Empyemen nach Leberschüssen den Schußkanal im Zwerchfell zu verfolgen und bis in die Leber vorzudringen. Geschieht dies nicht, so eitert die unterhalb des Zwerchfells liegende Wunde weiter und kommt nicht zur Heilung. Dasselbe tritt ein, wenn nur der unter dem Zwerchfell liegende Abszeß eröffnet wird und das darüberliegende Pleuraempyem durch die enge Zwerchfellwunde nur ungenügenden Abfluß hat, worauf BURCKHARDT und LANDOIS besonders hinwiesen.

Nr. 52. B., verwundet 30. 7. 18. Artilleriegeschöß, Steckschuß. Einschuß rechts hinter 10. Rippe, am Skapularwinkel. Hämorthorax. Bauchdeckenspannung. 23. 8. Operation (Dr. WILDEGANS). Gallig-eitriger Erguß in der rechten Pleura durch Resektion der 9. Rippe entleert. Der Schußkanal geht durch das Zwerchfell in die Leberkuppe. Erweiterung desselben, Spaltung eines Eiterherdes in der Leber mit walnußgroßem Lebersequester und Granatsplitter. 12. 9. in Heilung abtransportiert.

Der folgende Fall ist ein Beispiel, wie vom Geschöß ein metallener Fremdkörper (Teil eines Patent-Hosenknopfes) durch die Leber von vorn nach hinten mitgerissen werden kann.

Nr. 45. D., Ltnt., verwundet 27. 5. Infanteriegeschöß. Einschuß rechte Mamillarlinie oberhalb des Rippenbogens. Ausschuß rechts neben dem 1. Lendenwirbel. Gallige Eiterung aus Ausschuß. Einschuß schließt sich schnell. 24. 6. Spaltung der Ausschußwunde, Entfernung von Splintern des Lendenwirbelquerfortsatzes, und aus der Tiefe Entfernung eines metallischen Hosenknopfes, der von vorn mitgerissen war. Heilung 31. 7. Abtransport.

Eine sehr seltene Spätfolge der Leberverletzung ist von SUDEK beobachtet und mit Erfolg operiert, ein intrahepatisches Aneurysma (beschrieben von KÄDING).



Rittm., verwundet 16. 9. 14 durch Infanteriegeschöß. Einschuß 6. I. C. R. rechts zwischen Mamillar- und Mittellinie; Ausschuß 4 cm hinter der hinteren Achsellinie. Bluterguß in der Pleurahöhle wird abgelassen. Die kleinen Einschuß- und Ausschußwunden verkleben schnell. 25. 9. 14 Anfälle von krampfhaften Schmerzen in der Lebergegend, Abgang von Blut durch Erbrechen, sowie mit dem Stuhlgang. Diese Anfälle wiederholen sich vielfach. Eine Operation 13. 1. 15 ergibt in der Gallenblase blutigen Inhalt. Die Arteria hepatica communis ist bis an den Leberhilus stark erweitert; zeigt fühlbares Schwirren. Nach dem Eingriff kehren die Anfälle wieder, es wird jetzt die Diagnose auf Aneurysma intrahepaticum gestellt. 30. 1. 15 zweite Operation. An den extrahepatischen Leberarterien findet sich keine Verletzung, nur starke Erweiterung. Das Aneurysma liegt innerhalb der Leber, ist nicht zu fühlen. Unterbindung der Arteria hepatica communis in der Mitte der kleinen Magenkurvatur. Danach trat Heilung ein, welche 30. 6. 18 anhielt.

HOSEMAN (Med. Klin. 1916 Nr. 12 S. 308) sah den sehr merkwürdigen Fall, daß ein Leberechinokokkus durch Artilleriegeschöß-Steckschuß aufgerissen und durch sekundäre Operation mit günstigem Erfolge entfernt wurde.

Auch nach zunächst glatt verlaufenen Leberschüssen, welche als geheilt oder „in Heilung“ abtransportiert worden sind, insbesondere nach Lebersteckschüssen, wird man im späteren Verlaufe wohl noch manchmal Spätfolgen, wie Abszeßbildung, Verwachsungsbeschwerden u. ä., auftreten sehen.

## B. Kriegsverletzungen der Gallenblase und der extrahepatischen Gallengänge.

Die anatomische Lage der Gallenblase und der großen Ausführungsgänge, Ductus cysticus, hepaticus choledochus, bringt es mit sich, daß die Verletzung derselben allein eine sehr große Seltenheit ist. Die Leber, welche ja normalerweise die Gallenblase fast gänzlich bedeckt, ist fast immer mit getroffen gewesen. Aber es liegen in der nächsten Nachbarschaft so viele lebenswichtige Organe, die großen Blutgefäße des Leberhilus, die Vena cava inferior, Duodenum, Pankreas, Magen, Kolon, daß eins oder mehrere von diesen von dem die Blase treffenden Geschöß in der Regel mitverletzt werden. Ich sah einmal eine Aufreißung der Gallenblase durch Granatsplitter bei der Sektion eines im Feldlazarett operierten Verwundeten mit vielfachen Verletzungen.

Nr. 41. R., Ltnt., verwundet 3. 6. Artilleriegeschöß. Brust-Leberschuß. Im Feldlazarett (Stabsarzt Dr. WEMMERS) Laparotomie, Riß in der Leberkuppe transpleural freigelegt, tamponiert. 8. 6. Bluterguß in Douglas p. rect. eröffnet, 18. 6. ins Kriegslazarett transportiert. Exitus 19. 6. Sektion: rechter Leberlappen durchbohrt, Gallenblase aufgerissen, kleine Löcher im Duodenum und im Kolon, dort liegt ein kleiner Splitter. Abgesackte Eiterherde im Bauch. Pleuritis, leichte Perikarditis.

LÄWEN hat 4 Operations- und 2 Sektionsberichte aus eigener Erfahrung, sowie 8 Berichte von anderen Autoren zusammengestellt, welchen ich noch den von mir und 6 Mitteilungen aus der Literatur hinzufügen konnte (von BRENTANO persönliche Mitteilung, GUNDERMANN, HÄNEL, OBERST, WINTER, HIRSCH). Die große Mehrzahl der Fälle ist sehr bald nach der Verletzung oder nach der Operation gestorben. Nur der Fall 3 von LÄWEN kam zur Heilung.

Infanteriegeschöß-Durchschuß aus etwa 150 m Entfernung, doppelte Durchbohrung der Gallenblase, des Magens und Querkolons. Operation 3 Stunden p. tr., trotz der pfennigstückgroßen Öffnung in der Gallenblase war keine Galle in die Bauchhöhle ausgelaufen; Naht der Gallenblase, sowie der Löcher im Magen und Darm. Heilung.

Außer diesem sehr bemerkenswerten Falle hat nur noch WOLF (briefliche Mitteilung an LÄWEN) einen geheilten Fall berichtet.

Nach einem Einschuß in der Lebergegend bildet sich am 3. Tage p. tr. unter hohem Fieber ein großer Tumor in der rechten Bauchseite, bei dessen Inzision entleerten sich ca.  $\frac{1}{2}$  l reine Galle. Die Kuppe der Gallenblase war tangential getroffen. Drainage der Gallenblase und der großen Zyste. Schluß der Fistel nach einigen Wochen. In bestem Wohlbefinden abtransportiert.

Dieser Fall ist einer der wenigen isolierten Verletzungen der Gallenblase. Neben diesem steht der von BERTOG berichtete, wo durch ein Infanteriegeschöß die Gallenblase der Länge nach aufgerissen war und andere Verletzungen nicht erwähnt werden (Ausgang nicht angegeben).

Mit Durchschießung der Leber war die Gallenblase verletzt in den Fällen von LÄWEN (Fall 1 und Fall 6), HELLWIG, MOLINEUS.

In allen anderen Fällen bestanden schwere weitere Nebenverletzungen.

Die Gallenblase zeigte einfachen Durchschuß in den Fällen von OBERST (Leber, Gallenblase, Duodenum †), HELLWIG (Leber, Gallenblase †), BURCKHARDT und LANDOIS (Leber, Gallenblase, Duodenum, Pankreas, Vena portae, Vena cava †), eine quere Durchtrennung des Gallenblasenhalses sah MERTENS (Leber, Gallenblase, Magen †). Völliges Aufreißen durch Infanteriegeschöß beschreibt BERTO, Perforation durch Minensplitter MOLINEUS (†), Aufreißung durch Geschößmantel LÄWEN (Fall 6). Tangentiale Wunde der Gallenblase zeigten die Fälle von LÄWEN (Fall 3, Heilung) und WOLF (Heilung).

Sodann sind völlige Zerreißen der Gallenblase vorgekommen bei Infanteriegeschöß-Verletzungen aus 200 bzw. 400 m Entfernung (LÄWEN, Fall 2 und Fall 5), wo bei der Sektion das Organ nicht mehr zu finden war. In dem geheilten Falle Nr. 3 von LÄWEN war trotz Nahschuß (Infanteriegeschöß) aus etwa 150 m Entfernung kein Zerplatzen, sondern einfache Durchlöcherung der Gallenblase eingetreten. Auffallend ist dabei, daß die verletzte Gallenblase noch prall mit Galle gefüllt war und keine Galle in die Bauchhöhle ausgelaufen war. Es muß wohl die Kontraktion der muskulären Wand einen vorübergehenden Wundschluß bewirkt haben. Die Operation erfolgte bereits 3 Stunden nach der Verwundung. Ein Schrapnellgeschoss (LÄWEN, Fall 1) hatte zwei kleine, 3 cm voneinander entfernte Löcher in der Wand gemacht.

Quetschungen der Gallenblase durch streifendes Geschöß kann sekundär zur Perforation führen. LANGE verlor einen Fall von mehrfacher Darmverletzung, dem es nach der Operation 4 Tage lang gut ging, am 6. Tage durch Gallenperitonitis, welche von einer minimalen nekrotischen Stelle des Gallenblasenpoles ausging. Ähnlich scheint ein Fall von HÄNEL zu liegen, in dem es sekundär zu einer Gallenfistel kam.

GUNDERMANN eröffnete bei einem am 18. 6. durch Hufschlag gegen den Leib Verletzten am 8. 9. einen großen mit Galle gefüllten Hohlraum unterhalb der Leber und erzielte Heilung. Ob eine Ruptur der Gallenblase oder ein Leberriß mit Zerreißen eines intrahepatischen Gallenganges vorgelegen hat, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden.

Zwei Steckschüsse der Gallenblase sind noch zu erwähnen. HIRSCH fand bei einem bald nach der Verletzung ohne Operation Verstorbenen die Leber durch Artilleriegeschöß-Splitter schräg von rechts oben nach links unten durchschlagen, der pflaumengroße Splitter hatte dann die Gallenblase an der Anheftungsstelle durchbohrt und lag im Blasenhal. Der Tod erfolgte an schweren anderweiten Verletzungen (Eindringen eines Splitters durch die Vena jugularis in den Vorhof). In einem von WINTER beschriebenen Falle hatte ein Handgranatensplitter die Leber durchsetzt und lag subserös dicht neben dem Gallenblasenhals, der nicht eröffnet war. Nach Tamponade der Leberwunde erfolgte Heilung.

BRENTANO (persönliche Mitteilung) entfernte ein Infanteriegeschöß aus der Gallenblase. Es ist wohl anzunehmen, daß das Geschöß in einem größeren Gallengang eingedrungen und entweder durch die Gallenwege oder durch Drucknekrose in die Gallenblase gelangt ist.

K., Fritz, Gefr., verwundet Maschinengewehr-Steckschuß 22. 11. vor Cambrai auf ca. 1 km Entfernung. Am Tage nach der Verwundung Ikterus. Einschuß handbreit unterhalb des Schulterblattes, durch Schnitt erweitert; verheilt ohne Zwischenfall. 24. 1. 18 Reservelazarett Krankenhaus Urban, Berlin, wegen andauernder Schmerzen in der rechten Seite bei der geringsten Körperbewegung. Röntgenuntersuchung: alter Schußbruch der 10. Rippe rechts. Geschöß liegt 4 cm unterhalb des rechten Rippenbogens, 4 cm tief von der mittleren Achsellinie aus. 14. 1. 18 Operation (Prof. BRENTANO). Rippenrandschnitt. Viel Verwachsungen am Leberrand. Das Geschöß wird in der Gallenblase gefühlt und exzidiert. Doppelreihige Naht der Gallenblase. Heilung. Das Geschöß ist grünschwarz verfärbt mit Gallenniederschlägen bedeckt.

Die Verletzung der extrahepatischen Gallengänge ist noch viel seltener. LIEK sah bei der Sektion eines Brust-Leber-Schusses den rechten Leberlappen von oben nach unten durchschlagen, der Austritt des Geschosses lag an der Leberbasis. Das Geschoß (Infanteriegeschloß) hatte dann den Ductus choledochus verletzt, Gallenperitonitis war die Folge und führte zum Tode. LÄWEN fand bei der Sektion eines an Infanteriegewehrscuß durch die Leber und Vena cava Verstorbenen den Ductus cysticus 1 cm vor der Gallenblase durchschlagen.

FROMME entfernte ein russisches Infanteriegeschloß aus dem Choledochus nach einem Lebersteckschuß.

Einschuß 2 querfingerbreit medial von der rechten Brustwarze. 1 $\frac{1}{4}$  Jahr später traten Ikterus und Schmerzen in der Lebergegend auf. Das Röntgenbild zeigte ein Geschloß in der Tiefe, in Höhe des 2.—3. Lendenwirbels. Bei der Operation entfernte FROMME dasselbe aus dem Choledochus. Die Heilung war durch cholämische Blutungen gestört, erfolgte in etwa 4 Monaten.

Auch hier, wie in dem Falle von BRENTANO, ist anzunehmen, daß das Geschoß primär oder sekundär in einem großen intrahepatischen Gallengang eindrang und abwärts in den choledochus bzw. Gallenblase wanderte.

Eine Anzahl der Schußverletzungen der extrahepatischen Gallenwege war mit so schweren Nebenverletzungen verknüpft, daß eine Heilung aussichtslos erschien, oft ist diese Verletzung erst bei der Sektion gefunden worden. Ich sah bei der Sektion eines von anderer Seite behandelten Falles eine Durchschießung des Choledochus neben anderen schweren Verletzungen.

Was die Behandlung anbelangt, so gibt LÄWEN den sehr wichtigen Rat, bei Leberschüssen an die Gallenblase zu denken und sie durch Aufheben des rechten Leberlappens der Untersuchung zugänglich zu machen. Einfache Durchbohrung der Wand ist durch Naht zu verschließen, bei stärkerer Zerstörung des Organes wäre die Entfernung des Restes mit Abbindung des Ductus cysticus auszuführen, oder wenn der Allgemeinzustand dafür zu schlecht ist, ein mit Gaze umstopftes Rohr auf den Rest der Blase zu stellen, wie LÄWEN es in seinem Falle 2 machte.

Bei Verletzung der extrahepatischen Gänge würde ebenfalls Drainage mit Gazeabstopfung am meisten zu empfehlen sein.

Wenn die Galle in den Bauch einfließt, so entsteht eine gallige Peritonitis (s. oben S. 80). Im günstigen Falle wird dieselbe abgekapselt und es entsteht dann eine gallenhaltige Zyste, welche sekundär durch Inzision oder Punktion mit Absaugung zu behandeln ist (s. oben die Fälle von SCHMIEDEN, GUNDERMANN, BUSCH.) Findet keine Abkapselung statt, so entsteht, sofern Infektionskeime mit eingedrungen sind, eine akute, bald zum Tode führende Peritonitis. Reine Galle ohne Keime ruft eine chronische Entzündung der Serosa mit dicken schwartigen Belägen herbei. Der gallig-seröse Erguß hat wenig Neigung zur Aufsaugung. Es tritt Ikterus ein, welcher ausbleibt, sofern die Galle frei nach außen abfließen kann. Durch sekundären Eingriff erzielte LANDAU Heilung, die Patienten von LÄWEN und von mir starben. Die Eröffnung großer extrahepatischer Gallengänge würde nach den Friedenserfahrungen eine dauernde oder sehr langwierige Gallenfistel zur Folge haben, welche durch den gänzlichen Gallenverlust das Leben bedrohen kann. In solchen Fällen wäre eine plastische Operation, Naht und Bedeckung mit Netzlappen oder Einnähen eines Gummirohres vom Hepatikus bis ins Duodenum vorzunehmen.

#### Literatur.

- <sup>1)</sup> ALBRECHT, Wien. Med. W. 1917 S. 782 u. ebenda 1916 Nr. 26. — <sup>2)</sup> v. BARDELEBEN, Bruns Beitr. Bd. 112. — <sup>3)</sup> BERTOG, M. Med. W. 1916 S. 655. — <sup>4)</sup> BORST, Handbuch d. Kriegschir. BORCHARD-SCHMIEDEN u. Samml. klin. Vortr. n. F. Chir. Nr. 201. — <sup>5)</sup> BOWLBY in Comptes-Rendus usw. (s. dort). — <sup>6)</sup> BURCKHARDT u. LANDOIS, Bruns Beitr. Bd. 103. H. 1 u. 2. — <sup>7)</sup> BUSCH, Langenbecks Arch. f. kl. Chir. Bd. 109 u. Med. Klin. 1914 Nr. 52. — <sup>8)</sup> BUSCH, Langenbecks Arch. f. kl. Chir. Bd. 109. I. — <sup>9)</sup> Comptes-Rendus, de la confér. interalliée p. l'étude des plaies de guerre. 1917. Paris. — <sup>10)</sup> DEMMER, Wien. Med. W. 1917 S. 848. — <sup>11)</sup> ENDERLEN, Bruns Beitr. Bd. 98 S. 419. — <sup>12)</sup> FEDERSCHMIDT, M. Med. W. 1918 S. 124. — <sup>13)</sup> FROMME, Berl. Klin. W. 1917 S. 375; Sitzungsber.



d. Med. Ges. Göttingen. 22. 2. 17; M. Med. W. 1918 Nr. 7. — <sup>14)</sup> v. GAZA, Bruns Beitr. Bd. 101 S. 222; D. Med. W. 1916 S. 632. — <sup>15)</sup> GUNDERMANN, Bruns Beitr. Bd. 97 S. 509. — <sup>16)</sup> HAENEL, Bruns Beitr. Bd. 100 S. 310. — <sup>17)</sup> HAERTEL, Bruns Beitr. Bd. 100 S. 273. — <sup>18)</sup> HAGEDORN, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 135 S. 19. — <sup>19)</sup> HELLWIG, M. Med. W. 1916 Nr. 11. — <sup>20)</sup> HENSCHEN, Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 10; Bruns Beitr. Bd. 104 H. 1. — <sup>21)</sup> HEYROWSKI, Wien. Med. W. 1917 S. 701. — <sup>22)</sup> HILSE, Bruns Beitr. Bd. 116 H. 1. — <sup>23)</sup> HIRSCH, M. Med. W. 1918 Nr. 27. — <sup>24)</sup> HOSEMANN, M. Med. W. 1915 S. 451. — <sup>25)</sup> JEHN, Med. Klin. 1915 Nr. 27. — <sup>26)</sup> KÄDING (SUDEK), D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 150 S. 82. — <sup>27)</sup> KOLACZEK, Bruns Beitr. Bd. 103 S. 205. — <sup>28)</sup> KRASKE, M. Med. W. 1915 Nr. 39. — <sup>29)</sup> KRASSNIG, Langenbecks Arch. f. kl. Chir. Bd. 112 H. 1. — <sup>30)</sup> KREUTER, Zbl. f. Chir. 1917 S. 265; M. Med. W. 1916 Nr. 42. — <sup>31)</sup> KROH, Bruns Beitr. Bd. 97 S. 345. — <sup>32)</sup> LÄWEN, Beitr. z. Chir. u. Orthop. Bd. 10 (ausführliche Literaturangabe); M. Med. W. 1915 S. 1331; Bruns Beitr. Bd. 97 S. 47. — <sup>33)</sup> LANDAU, Med. Klin. 1915 Nr. 50 S. 1809. — <sup>34)</sup> LANGE, Bruns Beitr. Bd. 97 S. 312. — <sup>35)</sup> LIEK, Langenbecks Arch. f. klin. Chir. Bd. 107 S. 509; D. Med. W. 1916 S. 944. — <sup>36)</sup> LÜKEN, Bruns Beitr. Bd. 106. 3. Heft. S. 343. — <sup>37)</sup> MATYAS, M. Med. W. 1915 F. B. Nr. 39. — <sup>38)</sup> MERTENS, Bruns Beitr. Bd. 100 S. 235. — <sup>39)</sup> MOLINEUS, Med. Klin. 1916 Nr. 21. — <sup>40)</sup> MOST, Bruns Beitr. Bd. 100 S. 184. — <sup>41)</sup> OBERST, M. Med. W. 1916 S. 1702. — <sup>42)</sup> ORTH, Bruns Beitr. Bd. 97 S. 544. — <sup>43)</sup> PERTHES, M. Med. W. 1915 S. 449. — <sup>44)</sup> PETERMANN, Med. Klin. 1917 Nr. 11. — <sup>45)</sup> PRIBRAM, Wien. Med. W. 1917 S. 2. — <sup>46)</sup> REHN u. COBET, Langenbecks Arch. f. klin. Chir. Bd. 112 S. 337. — <sup>47)</sup> ROTTER, Med. Klin. 1915 Nr. 12 S. 346. — <sup>48)</sup> SAUERBRUCH u. ENDERLEN, Med. Klin. 1915 Nr. 30 S. 823. — <sup>49)</sup> SCHMIEDEN, Bruns Beitr. Bd. 96 S. 519. — <sup>50)</sup> SIMON, Bruns Beitr. Bd. 98 S. 312. — <sup>51)</sup> SUDEK (KÄDING), D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 150 S. 82. — <sup>52)</sup> SZYMANOWICZ, Wien. Med. W. 1917 S. 513. — <sup>53)</sup> THIES, Zbl. f. Chir. 1914 Nr. 34. — <sup>54)</sup> ULLMANN, Berl. Klin. W. 1916 S. 791; Sitzungsber. der k. k. Ges. d. Ärzte in Wien. 9. VI. 16. — <sup>55)</sup> ULLMANN, M. Med. W. 1916 S. 1055. — <sup>56)</sup> v. WALZEL, Wien. Med. W. 1916 Nr. 47 u. S. 1491. — <sup>57)</sup> WILLMANN, D. Med. W. 1916 S. 410. — <sup>58)</sup> WINTER, M. Med. W. 1917 S. 569. — <sup>59)</sup> WOLF, M. Med. W. 1916 Nr. 11.

### C. Kriegsverletzungen des Pankreas.

Die Kleinheit des Organes bringt es mit sich, daß Verletzungen desselben durch Geschosse und Geschosßsplitter schon an sich selten sind. Die versteckte Lage an der Hinterwand der Bauchhöhle vor der Lendenwirbelsäule bedingt es, daß isolierte Verletzungen noch viel seltener, gleichzeitige Verletzungen lebenswichtiger Organe bei den meisten der bekanntgewordenen Fälle vorhanden gewesen sind.

Von vorn her ist das Pankreas gedeckt von der Leber, dem Magen, Kolon, rechts liegt der Kopf der Drüse in der Hufeisenkrümmung des Duodenum teilweise hinter demselben, links reicht es bis zur Milz. Von hinten her eindringende Geschosse können die Wirbelsäule durchschlagen, ferner liegen die großen Gefäßstämme zwischen hinterer Bauchwand und dem Pankreas und sind der Verletzung mit diesem ausgesetzt.

Leichenversuche haben mir ergeben, daß unter 30 daraufhin untersuchten Körpern nur bei 10 die anatomischen Verhältnisse der Drüse derart waren, daß einzelne Stellen derselben nach Durchbohren der Bauchwand nur vom Ligamentum gastrohepaticum bzw. Lig. gastrocolicum bedeckt waren. Diese Partien waren aber immer nur sehr klein. Versuche mit Einstechen von Nadeln durch die unversehrten Bauchdecken mit der Absicht, das Pankreas zu treffen, ergaben, daß unter 6 Fällen nur zweimal dieser Zweck erreicht wurde, einmal mit Durchbohrung des linken Leberlappens, das andere Mal mit Durchbohrung des Magens.

Die Zahl der aus dem Kriege beschriebenen Schußwunden des Pankreas ist eine sehr kleine, die Mehrzahl wurde bei Sektionen gefunden in Verbindung mit mannigfachen schweren Nebenverletzungen. BORST sah unter 1200 Sektionen nur einige wenige Schußverletzungen des Organes. In einem einige Tage alten Falle schien die Umgebung der Wunde schmierig erweicht, so daß an beginnende Auto digestion gedacht werden durfte.

LÄWEN erwähnt 7 Fälle, von welchen 2 (SCHMIEDEN, ENDERLEN) in Heilung ausgingen, sowie ein interessantes von REINHARDT erhobenes Sektionsergebnis.

Infanteriegeschosß. Schuß durch rechten Oberarm, Brust und den Bauch. Nach 8 Tagen Entwicklung einer schwappenden Geschwulst unter dem rechten Rippenbogen, abgesackt an der Unterfläche der Leber. Tod an Blutung aus der Armarterie. Die Sektion zeigte den Weg des Projektils

durch die rechte Lunge, Zwerchfell, Leber durch den Kopf des Pankreas, dicht neben der Milzvene lag das deformierte Geschoß. In der Milzvene fanden sich Thromben, zum Teil vereitert. Im Schußkanal der Leber lag ein Wollenfetzen, die Gallenblase enthielt eitrig Galle. In den Bursa omentalis fand sich eine kleinfautgroße Eiteransammlung.

Weitere Sektionsberichte finden sich bei LIEK, PETERMANN, LÜKEN, BURKHARDT und LANDOIS, SIMON. In der Regel wurden schwere Nebenverletzungen gefunden, welche den Tod herbeigeführt hatten.

Als isolierte Pankreasverletzungen sind anzusehen: 1 Fall von ENDERLEN (Durchschuß des Pankreas. Heilung s. w. u.), 1 Fall von PERTHES, welcher wegen innerer Blutung den Bauch öffnete und als einzige Quelle der Blutung einen Riß im Pankreas fand (Tamponade, Tod); ferner 1 Fall von BOEHLER.

Sagittaler Durchschuß durch die linke Oberbauchgegend, anfänglich starke peritonitische Reizerscheinungen, die aber in einigen Tagen zurückgehen. Abtransport. Stirbt 3 Wochen später in einem Wiener Krankenhause. Sektion: Darm unverletzt, Pankreasabszeß.

STEINTHAL beschreibt 2 Fälle, bei welchen ebenfalls nur das Pankreas verletzt gewesen ist.

Infanteriegeschoß. Durchschuß der Oberbauchgegend. Einschuß: Spitze des Schwertfortsatzes. Ausschuß: linke 12. Rippe. Kein Zeichen von Darmverletzung; konservative Behandlung, gutes Befinden bis zum 4. Tage. Am 6. Tage Bauchfellentzündung, bald danach Exitus. Die Sektion ergab Pankreasdurchschuß, Darmkanal unverletzt.

Ein zweiter ähnlicher Fall von Pankreasdurchschuß ging trotz rechtzeitiger Operation am nächsten Tage schnell zugrunde.

Ich sah den folgenden Fall bei der Sektion.

3. 1. Infanteriegeschoß. Durchschuß. Einschuß links am Rippenrand in der Achsellinie, Ausschuß rechts am Rippenrand, Achsellinie. Verlauf unter Fieber, Reizerscheinungen im rechten Plexus lumb. 14. 1. Spaltung des Ausschusses, der Schußkanal führt gegen die Lendenwirbelsäule hin, welche sich rau anfühlt. Ende Januar gestorben. Sektion (Stabsarzt Dr. GROSS): links unter dem verheilten Einschuß ein subphrenischer Abszeß; im Pankreas eine Narbe. Verletzung des 12. Brustwirbels.

Der Schußkanal ging durch den retroperitonealen Raum, die wohl nicht sehr erhebliche Wunde im Pankreas war bereits vernarbt.

Von besonderem Interesse sind die Fälle von Pankreasschußverletzungen, welche zur Heilung gekommen sind.

Bei LÄWEN sind 2 Heilungsfälle notiert, der von ENDERLEN beschriebene (Durchschuß durch das Pankreas, Fettgewebnekrosen fehlten 5 Stunden nach der Verletzung; der Patient kam glatt durch) sowie ein zweiter von SCHMIEDEN mitgeteilter (anfänglich konservativ behandelter Magenschuß bot nach Inzision und Abheilung eines umschriebenen Gasabszesses später das schwere Bild eines Pankreasabszesses, ist geheilt). Einige weitere Fälle konnte ich teils aus der Literatur, teils durch persönliche Mitteilungen sammeln.

Eine sehr bemerkenswerte Heilung eines Pankreasschusses mit schweren Nebenverletzungen berichtet mein früherer Schüler BUSCH.

Geheilter Leber-Magen-Pankreas-Steckschuß 4. 11. 16. Artilleriegeschoß. Steckschuß, aufgenommen 16 Stunden p. tr., Einschuß klein, rechts von der Mittellinie das Epigastrium. Bauchschnitt: sternförmiger Durchschuß des linken Leberlappens, Tamponade. Kleines Netz und Magen daumenbreit aufgerissen, vernäht. Bursa omentalis ist voll Blutgerinnsel, der Schußkanal führt in die Tiefe in das Pankreas. Die Blutung steht. Tampon und Rohr auf das Pankreas. Austupfen mit Kochsalzkompressen. Schluß der Bauchwunde durch Drahtnähte über Gaze. Darreichung von Exzitantien bessert das Allgemeinbefinden. Gallenfluß bis zum 18. Tage, aus dem zum Pankreas führenden Rohre entleert sich nach 14 Tagen weiter Pankreassaft. Entlassung am 12. 12. 16. Ist wieder dienstfähig geworden.

2 weitere Fälle verdanke ich E. REHN. Den ersten derselben sah ich in seinem Feldlazarett; der zweite ist in einer Arbeit von ihm und COBET veröffentlicht.

Pl. Infanteriegeschoß. Steckschuß in der linken Oberbauchgegend. 4 Stunden p. v. Operation: Viel Blut im Bauch, Aufreißung der Milz. Splenektomie; Magen, Darm unverletzt. Tampon

auf den Milzstiel. Guter Verlauf, 12. Tag Gaze entfernt. Danach sehr reichliche Absonderung von Pankreassekret. Anätzung der Haut, Eiterung in der Bauchwunde. Allmähliche Reinigung der Wunde. Am 37. Tage p. v. Allgemeinbefinden gut; Sekretion läßt nach. „In Heilung“.

REHN und COBET.

Brust-Bauch-Steckschuß durch Granatsplitter. Verletzung des linken unteren Lungenlappens, des Zwerchfells, der Milz, der linken Niere und des Pankreas. Operation 4 Stunden p. tr. Querer Flankenschnitt. Exstirpation der verletzten Milz und der linken Niere, perkutane Phrenopexie. Der verletzte Pankreasschwanz wird übernäht. Tampon auf Milz- und Nierenstiel. Zunächst glatter Heilungsverlauf. 3 Wochen p. oper. umschriebenes Empyem der linken Pleurahöhle entleert. Weiter günstiger Verlauf.

Den nächsten Fall sah ich im Feldlazarett bei DÖNITZ, leider war über den Ausgang keine sichere Nachricht zu erhalten. Als ich ihn zuletzt sah, erschien die Heilung als möglich.

Fr., verwundet durch Armeerevolver 12. 10. 4 Stunden danach eingeliefert. Einschuß am rechten Rippenbogen, 12 cm rechts von der Mittellinie in der vorderen Achsellinie. Ausschuß links in der Höhe der 12. Rippe in der Schulterblattlinie. Operation 5 Stunden p. v., rechter Leberlappen durchschossen, Gallenblase gestreift, Pankreaskopf verletzt, Darm intakt. Tamponade. Fieberhafter Verlauf, Tampons am 6. Tage entfernt, mäßige Wundabsonderung. Ausgang unsicher. \*)

SIMON beschreibt den folgenden Fall, welcher „in Heilung“ abtransportiert wurde.

Fall 153. Artilleriegeschuß. Steckschuß. Operation 9 Stunden p. tr. Linker Leberlappen an der Unterfläche verletzt, weitere Verletzungen in der Pankreasgegend. Drainage und Tamponade. Der Granatsplitter lag frei in der Bauchhöhle. Am 6. Tage p. oper. entstand eine Pankreasfistel, diese bestand noch, als der Verwundete „in Heilung“ abtransportiert wurde.

PETERMANN sah (nach persönlicher Mitteilung) 4 Pankreasverletzungen, von welchen 2 bald nach der Operation starben.

1. St. Artilleriegeschußverletzung. Leber-Pankreas-Wunde. Steckschuß. Linker Leberlappen erheblich verletzt, Pankreaskopf zertrümmert, starke Blutung in die Bauchhöhle. Operation 5 Stunden p. v. Tamponade der Pankreaswunde und der Leber. Tod 24 Stunden p. oper.

2. B. Durchschuß. Einschuß unter dem linken Rippenbogen; Ausschuß links neben der Wirbelsäule. Operation 7 Stunden p. v. Exstirpation der zertrümmerten Milz; das Pankreas blutet wenig. Tamponade. Tod 6 Stunden p. oper. im Kollaps.

2 sehr bemerkenswerte Fälle von PETERMANN kamen durch Operation zur Heilung.

3. W. Artilleriegeschuß. Steckschuß. Einschuß im Epigastrium am rechten Rippenrande. Operation 2 Stunden nach der Verletzung, Rand des linken Leberlappens durchschlagen, tangentielle Verletzung des Pankreas am oberen Rande, der daumennagelgroße Splitter liegt im retroperitonealen Gewebe, aus der Pankreas blutet es wenig, Tamponade, Leber wurde umstochen. 1 Glas-Drän neben den Gazestreifen. In den ersten Tagen Fieber bis 39; dann glatter Verlauf. 6 Wochen nach der Verletzung Nachricht aus dem Heimatlazarett: Wohlbefinden, granulierende, wenig sezernierende Wunde, keine Fistel.

4. Sch. Artilleriegeschuß. Steckschuß. Einschuß linke Lumbalgegend. Tangentielle Pleura-verletzung; linker unterer Milzpol zertrümmert, Verletzung des Pankreasschwanzes. Operation 1½ Stunden p. v. Pleuranäht, Umstechen der Milzwunde; fingernagelgroßer Granatsplitter steckt im Pankreasschwanz. Nach Extraktion des Splitters ziemlich heftige Blutung, durch Umstechung gestillt. Tamponade und Drän. Vorübergehende Temperatursteigerung, dann glatter Verlauf. 5 Wochen später aus der Heimat Nachricht: Wohlbefinden.

Die obigen 9 bzw. 8 Fälle von Pankreasschußverletzungen, welche durch Operation geheilt oder doch wenigstens der Heilung sehr nahegebracht wurden, sind als sehr bemerkenswerte chirurgische Leistungen zu betrachten. Sie zeigen, daß selbst bei sehr schweren Nebenverletzungen doch in einzelnen Fällen Heilung erzielt werden kann. Nur der Fall von ENDERLEN ist als isolierter Pankreasdurchschuß anzusehen, die anderen 8 wiesen schwere Komplikationen auf.

Eine bestimmte Diagnose ist vor der operativen Freilegung nicht zu stellen, nur ist bei Schußverletzungen der Oberbauchgegend an die Möglichkeit der Pankreas-

\*) Der Verletzte ist später gestorben.



verletzung zu denken und die Gegend des Organes, besonders die Bursa omentalis, zu untersuchen. Die Freilegung des Organes geschieht mittels stumpfer Durchtrennung des Ligamentum gastrocolicum bzw. des Omentum minus. Der Schwanz des Pankreas reicht bis nahe an den Milzstiel und muß bei Milzverletzung berücksichtigt werden.

Die herdwaise Fettgewebsnekrose im Bauchfett, welche bei Erkrankungen der Bauchspeicheldrüse so oft auf die Diagnose hinweist, ist bei den Schußverletzungen meist vermißt worden (BORST, ENDERLEN).

Die Blutung aus der verletzten Drüse ist sehr verschieden an Menge, je nachdem größere Gefäße getroffen waren oder nicht. Beim gleichzeitigen Vorhandensein anderer Organsverletzungen kann die Blutung aus diesen überwiegen. PETERMANN führt in 2 Fällen an, daß die Blutung aus dem Pankreas gering war, ebenso BUSCH. Dagegen erfolgte nach Entfernung des Granatsplitters aus dem Pankreaschwanz bei PETERMANNs 4. Fall eine stärkere Blutung.

Die Behandlung der Pankreaswunde bestand in den meisten Fällen in der Tamponade mit Gazestreifen, einige Male wurde Umstechung der Wunde angewendet. Die Gazestreifen werden durch die Bauchwunde nach außen geleitet. Es ist zweckmäßig, neben der Gaze noch ein Rohr auf die Wunde zu stellen, zur besseren Ableitung der meist reichlichen Absonderung von dünnflüssigem, die Haut anätzendem Sekrete. Die Stärke der Absonderung hängt davon ab, ob stärkere Drüsenausführungsgänge zerrissen sind. Einige Male führte die starke Absonderung zur erheblichen Schwächung. Die Pankreasfistel trat auf in den Fällen von SIMON, DÖNITZ, REHN (Fall 1), BUSCH, v. BARDELEBEN. Die Haut muß dabei durch Zinksalbe und Talkum nach Möglichkeit geschützt werden.

V. BARDELEBEN berichtet über einen Fall, in welchem ein Steckschuß des Pankreaskopfes zur narbigen Abschnürung der Ausführungsgänge geführt hatte. Der Verwundete, bei dem vielfache Darmwunden nach primärer Operation restlos verheilt waren, ging 4 Wochen später an „Auszehrung“ infolge des starken Säfteverlustes zugrunde. Die Sektion deckte die geschilderte Veränderung im Kopfe der Drüse auf.

In einigen Fällen ist es zur Entstehung von peripankreatischen Pseudozysten gekommen, wie sie nach Quetschungen des Pankreas öfter beobachtet werden. Einen derartigen Fall beschreibt WOLTER (nach persönlicher Mitteilung).

Verwundung durch Armeeevolver. Einschuß hinten rechts, Höhe der 10. Rippe zwischen hinterer Achsel- und Skapularlinie. Steckschuß. Keine besonders schweren Erscheinungen. Am 2. Tage Zeichen von Tetanus, subdurale Injektion von Tetanusantitoxin bringt Besserung. Es entsteht eine Verwölbung im Epigastrium. Laparotomie am 7. Tage, hinter dem Ligamentum gastrocolicum wird eine Zyste eröffnet mit etwa 2—3 l gelblich milchiger Flüssigkeit, und in der Tiefe eine Handvoll Blutgerinnsel. Keine Fettgewebsnekrosen. Tamponade. Sehr starke Absonderung aus der Höhle. Zunehmende Schwäche. Tod am 4. Tage nach der Operation.

Die Postmortal-Untersuchung ergab eine große Höhle mit unregelmäßigen fetzigen Wandungen. Der Pankreaskopf war erhalten, der Schwanz fehlte. Geschoß nicht gefunden.

AD. SCHMIDT hat als Spätfolge nach einem durch Operation geheilten Magenschuß eine Pseudozyste des Pankreas mit blutigem Inhalt entstehen sehen, welche nach operativer Eröffnung völlig ausheilte. Bei dem 2. Falle fand sich eine langsam entstandene typische traumatische Zyste (Art der Verletzung ist nicht angegeben), welche einen Tag vor der beabsichtigten Operation in die Bauchhöhle platzte. Durch Entfernung des Ergusses und Dränierung der Zyste wurde Heilung erzielt.

Sekundäre Abszeßbildung wurde beobachtet von SCHMIEDEN (Ausgang in Heilung) und von BÖHLER, dessen weiter oben erwähnter Fall 3 Wochen nach dem Abtransport an Pankreasabszeß zugrunde ging. Einen ähnlichen Fall sah ich bei einer Sektion.

Bauchschuß. Infanteriegeschö. Einschuß im Epigastrium 10 cm oberhalb Nabel. Konservative Behandlung. Tod 6 Tage p. v. (Sektion Stabsarzt Dr. GROSS.) Magen dicht am Pylorus

durchschossen; Ductus choledochus durchtrennt, Durchschuß durch den Pankreaskopf. Großer abgekapselter Abszeß, beginnende allgemeine Bauchfellentzündung.

Es ist bemerkenswert, daß die Entstehung von traumatischen Zysten oder Abszessen nach solchen Verletzungen des Pankreas entstanden sind, welche primär nicht gefunden oder konservativ behandelt waren.

Eine interessante Spätfolge einer Pankreasverwundung beschreibt ROCHS.

Granatsplitterverletzung des linken Brust- und oberen Bauchraumes. 3½ Monate danach Tod im Coma diabeticum. Die Sektion ergab: Ausgedehnte Verwachsungen zwischen linker Lunge, Rippenfell, Zwerchfell, Milz und Bauchspeicheldrüse, Narbenbildung in der Milz. Fibröse Induration des Pankreas mit weit vorgeschrittener Atrophie des Drüsengewebes, hyaliner Degeneration der Langerhansschen Inseln. Das Geschoß ist nicht zu finden.

Örtliche Verletzungen des Pankreas machen keinen Diabetes. Im vorliegenden Falle ist infolge der Verletzung die Induration des Pankreas entstanden, welche den Diabetes herbeiführte (ROCHS).

Mehrfach sind infolge von subkutanen Quetschungen der Oberbauchgegend im Kriege traumatische Pseudozysten am Pankreas entstanden, wie das auch in der Friedenschirurgie öfter beobachtet ist.

RUPP beschreibt eine nach Deichselstoß gegen den Bauch entstandene Zyste hinter dem Magen, welche bei der operativen Freilegung platzte und sich in den Magen entleerte, aus welchem etwa 3 l einer dunkelbraunen geruchlosen Flüssigkeit ausgehebert wurden. Es trat völlige Heilung ein. LOTHEISEN sah eine traumatische Pseudozyste des Pankreas durch Hufschlag gegen den Leib. ST. A. GLASEWALD übergab mir die Beschreibung zweier ähnlicher Fälle, der eine war entstanden durch Quetschung des Bauches beim Holzfällen (nach mehrfacher Operation unter Erscheinungen des Darmverschlusses gestorben. Die Sektion wies einen Riß im Pankreas auf). Bei dem anderen hatte ein beim Abseilen in den Bergen um den Leib gelegtes Seil beim Absturz die Quetschung des Leibes herbeigeführt (nach Operation der Zyste in Heilung abtransportiert). Die Behandlung ist nach den Regeln der Friedenschirurgie auszuführen.

Einen Fall von akuter Pankreatitis ohne traumatische Ursache sah ich in einem Kriegslazarett. Es entstand ein Abszeß, welcher in der linken Lendengegend eröffnet wurde und längere Zeit eine vom Pankreas herstammende, die Haut arrodierende Flüssigkeit absonderte. Dann trat Heilung ein.

#### Literatur.

<sup>1)</sup> V. BARDELEBEN, Bruns Beitr. Bd. 112. — <sup>2)</sup> BOEHLER, Med. Klin. 1915 Nr. 45. — <sup>3)</sup> BORST, Kriegschirurgie BORCHARD u. SCHMIEDEN; Samml. klin. Vorträge. N. F. Chir. 201. — <sup>4)</sup> BURCKHARDT u. LANDOIS, Bruns Beitr. Bd. 103 Heft 1 u. 2. — <sup>5)</sup> BUSCH, Langenbecks Arch. f. klin. Chir. Bd. 109. I. — <sup>6)</sup> ENDERLEN, Bruns Beitr. Bd. 98 S. 423. — <sup>7)</sup> LÄWEN, Erg. d. Chir. u. Orth. Bd. X. S. 756. — <sup>8)</sup> LIEK, Langenbecks Arch. f. klin. Chir. Bd. 107 S. 609. — <sup>9)</sup> LOTHEISEN, Berl. Klin. W. 1915 S. 649; Sitzungsbericht k. k. Ges. d. Ärzte z. Wien. — <sup>10)</sup> LÜKEN, Bruns Beitr. Bd. 106. 3. — <sup>11)</sup> PERTHES, M. Med. W. 1915 Nr. 13 u. 14. F. B. — <sup>12)</sup> PETERMANN, Med. Klin. 1916 Nr. 43 u. 1917 Nr. 11 und persönliche Mitt. — <sup>13)</sup> E. REHN u. COBET, Langenbecks Arch. f. klin. Chir. Bd. 112 S. 337. — <sup>14)</sup> ROCHS, Berl. Klin. W. 1918 S. 907. — <sup>15)</sup> RUPP, Med. Klin. 1917 Nr. 28. — <sup>16)</sup> ADOLF SCHMIDT, Milit. Sachv.-Tätigkeit T. II. S. 110. — <sup>17)</sup> SCHMIEDEN, Bruns Beitr. Bd. 96 S. 519. — <sup>18)</sup> SIMON, Bruns Beitr. Bd. 98 S. 312; ebenda Bd. 116 S. 523. — <sup>19)</sup> STEINTHAL, M. Med. W. 1919 Nr. 7.

#### D. Kriegsverletzungen der Milz.

Die Kleinheit des normalen Organes, sowie seine geschützte Lage hinter dem linken Rippenbogen bedingen es, daß die Milzverletzungen an sich nicht häufig, isolierte recht selten sind. Zum mindesten ist bei einfachen Infanteriegeschoß-Durchschüssen der Komplementärraum der linken Pleurahöhle meist durchschlagen mit oder ohne Lungenverletzung. Von den benachbarten Organen ist die Flexura splenica coli besonders gefährdet, ferner der an die Milz angrenzende Schwanz des Pankreas, der Magen und die linke Niere.

Das weiche Gewebe der blutreichen Drüse bietet dem Geschoß wenig Widerstand, daher sind Steckschüsse der Milz sehr selten. Einfache Durchschüsse durch Infanteriegeschosse oder kleine Artilleriegeschößsplitter können ohne schwere Erscheinungen zur Heilung kommen, sofern sie nicht nahe dem Hilus und seinen großen Gefäßen gelegen sind. Die Berstungsgefahr ist nicht so groß wie bei der Leber. LÄWEN sah auf 400 m Entfernung einen glatten Durchschuß.

Deformierte Infanteriegeschosse, Querschläger und grobe Artilleriegeschößsplitter bewirken schwere Zertrümmerung oder Zerreißen des Organes in mehrere Stücke. Es können kleine Teile desselben weit durch die Bauchhöhle zerstreut werden und können dort an beliebigen Stellen auf der Serosa festwachsen. KREUTER hat durch Tierversuche festgestellt, daß diese als Nebenmilzen bezeichneten milzähnlichen Knötchen durch Implantation kleiner Gewebsteile, die aus der Milz durch die Blutung ausgeschwemmt werden, zustande kommen.

Durch Quetschungen der linken Brust-Bauch-Seite infolge von tangential streifenförmigen oder aufschlagenden Geschoßteilen, ferner durch Stoß, Schlag (Stoß beim Bajonettieren, NEUHÄUSER; Hufschlag, PEISER), endlich durch Verschüttung (SIMON, MOST) können Milzrupturen verursacht werden, wie das im Friedensleben vielfach beobachtet worden ist.

Bei groben Aufreißungen der Brust oder Bauchwand ist Vorfall des Organes

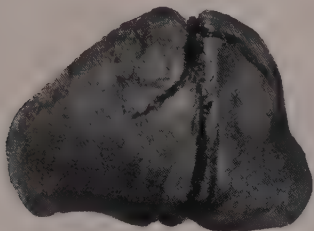


Abb. 17.

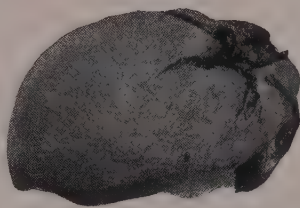


Abb. 18.

Abb. 17 u. 18. Infanteriegeschöß-Durchschuß durch die Milz nach ED. REHN.

aus der Bauchwunde oder Verlagerung durch den Zwerchfellschlitz in den Brustraum vorgekommen.

In einem Feldlazarett wurde mir ein Fall von Milzprolaps gezeigt, welcher sich bei genauerer Untersuchung als ein von Blutgerinnseln durchsetzter Netzkumpen erwies.

Für die Prognose der Milzschüsse ist es von Bedeutung, ob es sich um solche mit kleinem Ein- und Ausschuß oder um grobe Aufreißungen der deckenden Körperwand handelt. Die ersteren können beim Fehlen von Nebenverletzungen spontan zur Heilung kommen, während bei den letzteren einmal Nebenverletzungen erheblicher Art häufig sind, und ferner Infektion des Verletzungsgebietes leichter eintritt.

Der zweite Punkt von Bedeutung ist das Fehlen oder Vorhandensein von schweren Nebenverletzungen, am Magen-Darm-Kanal, großen Gefäßen, an der linken Niere, an den Brustorganen. Diese komplizierten Verletzungen haben immer eine ernste Bedeutung und führen vielfach zum Tode.

Endlich ist die Stärke der Blutung von großer Wichtigkeit. Sie kann schnell zum Tode führen, wenn die Wunde nahe am Hilus und seinen großen Gefäßen sitzt und operativ Hilfe nicht schnell genug geleistet werden kann. In der Regel ist die Blutung beträchtlich, nur die Randwunden oder seichte Risse machen eine Ausnahme. LÄWEN sah unter 10 Fällen nur 1 mal eine geringe Blutung; das gleiche berichten OBERST und ORTH in je 1 Falle. Der letztere fand, daß spontan aufgeklebtes Netz die Blutung gestillt hatte.

Während die Bedeutung der Blutung von den meisten Autoren betont wird, ist MOLINEUS (5 Milzwunden,  $\frac{1}{4}$  4, geheilt 1) der Ansicht, daß Milzverletzungen auch



bei schwerer Zerreißung des Organes nicht zum Verblutungstode führen, weil die Blutung aus dem Gewebe der Drüse nicht unter hohem Druck, sondern mehr allmählich und langsam erfolgt. Die Todesursache sei nicht Verblutung, sondern schwere Nebenverletzungen.

Daß glatte Durchschüsse ohne schwere Nebenverletzungen heilen können, wird von LÄWEN, BURCKHARDT und LANDOIS, PETERMANN u. a. bezeugt. Ich sah folgenden Fall:

Pionierleutnant wurde beim Zurückkriechen von Infanteriegeschosß getroffen, kleiner Einschuß an der linken Hinterbacke, kein Ausschuß. Bauchsymptome bestanden nicht, dagegen Atembeschwerden und Kollaps, der durch Hämothorax mäßigen Grades erklärt wurde. Nach 2 Tagen schwanden die bedrohlichen Zeichen. Der Einschuß verheilte schnell, so daß der Verwundete bald in die Heimat überführt werden konnte. Dort ist er nach wochenlangem Wohlbefinden etwa 3 Monate p. v. an einer akuten Einklemmung des Magens in dem Zwerchfellschlitz zugrunde gegangen. Die Sektion deckte dies auf, an der Milz fand sich eine feine Narbe.

Das Geschosß hatte den Körper in der Längsrichtung durchschlagen, ohne den Darm zu verletzen. Die Milzdurchschießung war reaktionslos geheilt. Die offengebliebene Zwerchfellwunde hatte durch Mageneinklemmung zum Tode geführt.

Im ganzen sind isolierte Milzverletzungen, auch wenn man den einfachen Durchschuß durchs Zwerchfell nicht als schwere Komplikation rechnet, nur selten beschrieben, vielleicht, weil solche Verwundungen z. T. ohne wesentliche Bauchreaktion verliefen. Auch den eben mitgeteilten Fall habe ich nicht für eine Milzverletzung gehalten, bis mir der Sektionsbericht aus der Heimat zuging. ENDERLEN sagt: „Isolierte Milzverletzungen sind selten, einige kommen durch.“ PETERMANN hatte bei 4 einfachen Fällen keinen Todesfall. LÄWEN sah eine Durchschießung der Milzgefäße dicht am Hilus.

In der großen Mehrzahl der Fälle hat das Geschosß außer der Milz nacheinander mehrere der benachbarten Organe verletzt, nicht selten tritt die Milzwunde an Wichtigkeit hinter die begleitenden Verletzungen zurück.

Die häufigste Nebenverletzung ist wohl die der Pleura und des Zwerchfelles. Bei kleinem Ein- und Ausschuß kann spontane Heilung erfolgen (ROTTER), sofern nicht die Blutung aus der Milz Operation erfordert. BAUER sah nach einem Infanteriegeschosß-Steckschuß der Milzgegend mit Zwerchfellverletzung (das Geschosß steckte zwischen Ösophagus und Wirbelsäule) Reizerscheinungen von seiten des Nervus phrenicus auftreten; einen ähnlichen Fall berichtet ORTNER. Wesentlich größer ist die Gefahr bei breiter Aufreißung der Bauchwand durch Artilleriegeschosßsplitter. In solchen Fällen erfolgt die Blutung oft durch Ansaugung in den Thorax hinein, wie das schon bei ähnlichen Leber-Zwerchfell-Wunden erwähnt wurde. Ferner ist mehrfach beobachtet, daß die ganze Milz oder Teile derselben in den Pleuraraum durch den Zwerchfellschlitz hindurch verlagert waren. Sekundär kann die Öffnung im Zwerchfell noch nach Heilung der Milzwunde zu Eingeweideeinklemmung Veranlassung geben.

Unter den Darmverletzungen ist die der Flexura splenica coli besonders häufig, weil dieser Darmteil bis dicht an die Milz heranreicht, oft durch Peritonealverklebungen dort fixiert ist. Es muß dieser Darmteil daher bei Milzschüssen stets nachgesehen werden. Aber auch andere Darmschlingen können verletzt sein, so sah v. WALZEL neben Milzdurchschuß 16 Dünndarmwunden (Heilung nach Operation). Seltener sind Verletzungen des Magens, des Pankreasschwanzes (s. dort), des linken Leberlappens als begleitende Verwundungen gefunden.

Häufiger ist die gleichzeitige Verletzung der linken Niere beobachtet; sie stellt eine schwerwiegende Komplikation dar.

Die klinischen Erscheinungen der Milzwunde bestehen vorwiegend in denen der inneren Blutung, wenn man von den seltenen Vorfällen des Organes absieht. Oft verbinden sich damit die von den gleichzeitigen Verletzungen anderer Organe

ausgehenden Symptome. Wenn die Blutung nicht erheblich ist, so kann bei vielfachen Splitterverletzungen die Milzverletzung übersehen werden.

So operierte ich in den letzten Kriegswochen einen Kanonier mit zahllosen Granatsplitterverletzungen der linken Körperseite an einer Zertrümmerung der Gelenkknöchel des linken Kniegelenkes. Bauchsymptome bestanden nicht. Tod am Tage darauf, die Sektion zeigte einen Lungen-, Milz-, Leberschuß, ca. 1 l Blut im Bauche. Darm unverletzt.

Im ganzen geben die komplizierten Milzverletzungen eine ungünstige Prognose (HEYROWSKI, 3 Fälle, nach Operation gestorben; BUSCH, 2 Fälle †; MOST, 3 Fälle †; BURCKHARDT und LANDOIS, 9 Fälle †; PETERMANN, 3 komplizierte Fälle †).

Unter 78 Milzverletzungen aus den Berichten von 26 Kriegschirurgen kamen 48 Todesfälle und 30 Heilungen vor. Die letzteren gruppieren sich folgendermaßen:

STEIN, 3 Milz-Darm-Verletzungen . . . . .	3	Heilung
v. WALZEL, 5 Milz-Darm-Verletzungen . . . . .	1	„
MOLINEUS, 5 komplizierte Milzverletzungen . . . . .	1	„
LÄWEN, 7 komplizierte Milzverletzungen . . . . .	1	„
LÄWEN, 4 unkomplizierte Milzverletzungen . . . . .	4	„
A. W. MEYER, 1 Milz-Brust-Verletzung . . . . .	1	„
ORTH, 1 Milz-Brust-Verletzung . . . . .	1	„
SCHMIEDEN, 1 Milzprolaps . . . . .	1	„
WOLF, Milzverletzung (Fliegerbombe). . . . .	1	„
FIEBER, Milz-Pleura-Wunde . . . . .	1	„
HAENEL, Milz-Pleura-Verletzung . . . . .	1	„
LÜKEN, Milz, Magen, Mesokolon . . . . .	1	„
v. BARDELEBEN, Milz, Zwerchfell, Pleura . . . . .	1	„
PETERMANN, 4 isolierte Milzverletzungen . . . . .	4	„
ROTTER, 3 isolierte Milzverletzungen (ohne Operation) . . . . .	2	„
KÖRTE, 7 komplizierte Milzwunden . . . . .	3	„
E. REHN, Milz-Lungen-Verletzung . . . . .	1	„
HAERTEL, Milz, Pleura, Zwerchfell, Niere . . . . .	1	„
NEUHÄUSER, 1 schwere Brust-Bauch-Verletzung, Vorfal. . . . .	1	„

---

30 Heilung

Dazu kommen noch 2 Fälle von subkutaner Milzruptur durch Hufschlag (PEISER), Stoß mit Bajonettgewehr (NEUHÄUSER), welche beide durch Operation geheilt wurden, aber mehr zur Friedenschirurgie gehören.

Die Behandlung richtet sich vor allem gegen die Blutung. Anzeichen von innerer Blutung geben die Indikation zum Eingreifen, während Wunden der Milzgegend ohne Zeichen von Bluterguß oder anderweiter Organverletzung im Bauche zunächst abwartend behandelt werden können, jedoch unter genauer Beobachtung gehalten werden müssen, denn die Blutung kann unter Umständen nachträglich einsetzen, sobald der anfängliche Schock und das Daniederliegen der Herztätigkeit vorübergegangen ist. Solche Verwundete sollen nicht frühzeitig abtransportiert werden.

Bestehen sichere Anzeichen von fortdauernder Blutung nach innen, oder besteht auch nur der Verdacht darauf, so ist die Freilegung des verletzten Organes angezeigt. Anzeichen von Darmverletzungen erfordern selbstverständlich sofortiges Eingreifen. Blutabgang mit dem Urin ist an und für sich noch keine dringende Indikation, da einfache Durchbohrung der Niere spontan heilen kann. Es kommt auf den Grad der Blutung und auf die Stärke der perirenenalen Anschwellung an.

Zur Freilegung der verletzten Milz ist der Schrägschnitt parallel dem linken Rippenrande, vom Rande der langen Rückenstrecker bis an den lateralen Rand des Musculus rectus abdominis am zweckmäßigsten. Weniger empfehlenswert ist der Längsschnitt am lateralen Rektusrande, weil dabei Muskelnerven durchtrennt

werden. Wenn der Einschuß nahe der Mittellinie liegt, so gibt der epigastrische Längsschnitt mit rechtwinkligem Querschnitt durch den linken Rektus guten Raum für die Freilegung der Milz, sowie für die Revision der Darmschlingen, deren Verletzung in solchen Fällen als sehr wahrscheinlich anzunehmen ist. Bei größeren Aufreißungen der seitlichen Bauchwand wird man von dieser Wunde aus mit eventueller schräger Erweiterung vorgehen.

Das ergossene Blut wird aseptisch entfernt und die Milz mit der ins linke Hypochondrium eingeführten Hand vorgezogen, was bei dem normalen Organ leicht gelingt. Das weitere Verfahren richtet sich nach der Art der Milzwunde. Kleine Risse oder Durchbohrungen der Randpartien können durch Naht behandelt werden, auch das Aufnähen von Netz ist empfehlenswert. MÜHSAM zog (bei einer Friedensverletzung) durch den Schußkanal der Milz einen Netzzipfel durch unter Befestigung mit einigen Nähten. Die Gazetamponade zur Blutstillung aus Milzwunden ist weniger empfehlenswert und nur in Ausnahmefällen anzuraten, wo der schlechte Allgemeinzustand schnelle Beendigung des Eingriffes erfordert. Ist durch eine dieser Maßnahmen die Blutung sicher zu stillen, dann kann das sonst gesunde Organ erhalten bleiben.

Besteht dagegen eine starke Zertrümmerung desselben, oder ist dasselbe durch Bluterguß in das Milzgewebe geschwollen, sowie bei den Wunden nahe am Gefäßstiel oder durch denselben, dann ist die Entfernung des verletzten Organes erforderlich. Um den Gefäßstiel wird eine feste Ligatur angelegt, welche die weitere Blutung hemmt. Die großen Gefäßlumina müssen nach Durchtrennung des Stieles nahe an der Milz noch gesondert gefaßt und zugebunden werden, um völlige Sicherheit gegen Abgleiten oder Lockerung der ersten Massenligatur zu haben.

Bei reinen Milzwunden ist die Rücktransfusion des unter aseptischen Vorkehrungen aus der Bauchhöhle ausgeschöpften und durch Gaze filtrierten Blutes, ebenso wie bei reinen Leberwunden, sehr anzuraten. PEISER, WOLF, FIEBER erzielten gute Resultate damit, die Verwundeten erholten sich danach schneller von dem Blutverlust als nach Infusion von Kochsalzlösung.

Es muß nach der Versorgung der Milz eine sorgfältige Revision der Bauchorgane nach weiteren Verletzungen stattfinden, die nach den besonderen Regeln zu behandeln sind (s. Abschnitte über Darm- und Nierenverletzungen). Die Bauchwunde kann danach geschlossen werden, mehrfach wurde ein Gazetampon auf den Milzstiel eingelegt.

Der Zwerchfellriß verdient bei Brust-Milz-Schüssen besondere Beachtung. Die Naht desselben wäre an und für sich das beste Verfahren, weil der Schlitz in der dünnen Muskelsehnenplatte offenbleiben und zu späteren Einklemmungen von Eingeweiden führen kann. Oft aber ist derselbe schwer zugänglich zu machen, während der Allgemeinzustand des Verwundeten schnelle Beendigung des Eingriffes erfordert. Dann hat man sich durch Aufdrücken eines Netzstückes mittels Gazetampons geholfen.

Bei den groben Aufreißungen der Bauch-Brust-Wand kann die Milz vorfallen, ihre Behandlung richtet sich nach dem Grade ihrer Verletzung. Ist sie gar nicht oder nur wenig geschädigt, so ist die Reposition nach gründlicher Säuberung zulässig, bei schwerer Verletzung ist die Exstirpation ratsam. SCHMIEDEN berichtet über einen Fall, in welchem er die vorgefallene Milz in einer stark eiternden Wunde der seitlichen Brust-Bauch-Wand liegen fand und Bedenken trug, sie zu reponieren. Durch wiederholte Anwendung von Glühhitze brachte er sie schichtenweise zur Verödung.

Durch Aufreißung der unteren seitlichen Brustwand hat man die verletzte Milz im linken Brustraum vorgefunden. Die Versorgung derselben kann dann thorakal von der weit eröffneten Pleurahöhle aus vorgenommen werden (A. W. MEYER, ORTH u. a.). E. REHN ging bei einem Lungen-Milz-Nieren-Steckschuß zweizeitig vor, indem er in einer ersten Sitzung die zertrümmerte Milz und linke Niere entfernte und den Zwerchfellriß nähte, in einer zweiten Sitzung operierte er dann ein abgesacktes Empyem (hinsichtlich der Behandlung der Brustverletzung wird auf den betreffenden Abschnitt verwiesen).



Sehr ungünstig ist der Verlauf, wenn nach Brust-Milz-Schüssen, welche primär konservativ behandelt sind, Infektion und Eiterung eintritt. Ich sah zwei derartige Fälle, welche trotz sekundären Eingriffes starben.

Die Exstirpation der verletzten, sonst gesunden Milz wird im allgemeinen gut vertragen, sofern nicht der Blutverlust zu groß war oder schwere Nebenverletzungen bestanden. Es ist anzunehmen, daß die Verletzung bei krankhaft veränderter Milz (Malaria) schlechter vertragen wird, jedoch liegen bestimmte Nachrichten darüber bisher nicht vor.

#### Literatur.

- <sup>1)</sup> BARDELEBEN, v., Bruns Beitr. Bd. 112 S. 431. — <sup>2)</sup> BAUER, M. Med. W. 1915 S. 1764; daselbst ORTNER. — <sup>3)</sup> BUSCH, Langenbecks Arch. f. klin. Chir. Bd. 109. I. — <sup>4)</sup> BURCKHARDT u. LANDOIS, Bruns Beitr. Bd. 103 H. 1 u. 2. — <sup>5)</sup> ENDERLEN, Bruns Beitr. Bd. 98 S. 419. — <sup>6)</sup> FIEBER, Zbl. f. Chir. 1918 S. 413. — <sup>7)</sup> HAENEL, Bruns Beitr. Bd. 100 S. 311. — <sup>8)</sup> HAERTEL, Bruns Beitr. Bd. 100. — <sup>9)</sup> HEYROWSKI, Wien. Med. W. 1917 S. 701. — <sup>10)</sup> KREUTER, Zbl. f. Chir. 1919 Nr. 29 S. 554. — <sup>11)</sup> LÄWEN, M. Med. W. 1915 S. 1133. — <sup>12)</sup> LÄWEN, Erg. d. Chir. u. Orth. Bd. X. — <sup>13)</sup> LÜKEN, Bruns Beitr. Bd. 106 S. 343. — <sup>14)</sup> A. W. MEYER, M. Med. W. 1915 S. 1163. — <sup>15)</sup> MOLINEUS, Med. Klin. 1916 Nr. 27 S. 721. — <sup>16)</sup> MOST, Bruns Beitr. Bd. 100 S. 216. — <sup>17)</sup> MÜHSAM, Berl. Klin. W. 1914 Nr. 32. — <sup>18)</sup> NEUHÄUSER, D. Med. W. 1917 Nr. 20 S. 639. — <sup>19)</sup> OBERST, D. Med. W. 1916 S. 1702. — <sup>20)</sup> ORTH, Bruns Beitr. Bd. 97 S. 544. — <sup>21)</sup> ORTNER, bei BAUER l. c. — <sup>22)</sup> PEISER, Zbl. f. Chir. 1917 S. 71. — <sup>23)</sup> PETERMANN, Med. Klin. 1917 Nr. 11. — <sup>24)</sup> REHN, Ed., Bruns Beitr. Bd. 106 2. H. — <sup>25)</sup> ROTTER, Med. Klin. 1915 Nr. 12 S. 346. — <sup>26)</sup> SCHMIEDEN, Bruns Beitr. Bd. 97 S. 520. — <sup>27)</sup> SIMON, D. Med. W. 1918 Nr. 34. — <sup>28)</sup> SIMON, Bruns Beitr. Bd. 100 S. 339. — <sup>29)</sup> STEIN, D. Med. W. 1916 Nr. 34. — <sup>30)</sup> WALZEL, v., Wien. Klin. W. 1916 Nr. 47. — <sup>31)</sup> WOLF, bei RANFT, Zbl. f. Chir. 1918 S. 849.

## **VI. Schußverletzungen der Harn- und Geschlechtsorgane.**

### **1. Die Schußverletzungen der Nieren und Harnleiter.**

Von Geheimrat Prof. Dr. HERMANN KÜMMELL.  
Direktor der chirurgischen Universitätsklinik in Hamburg-Eppendorf.  
Im Kriege. Beratender Chirurg und Generalarzt d. R.

Mit 4 farbigen Abbildungen im Text.

Isolierte Nierenverletzungen sind auch in dem an Verwundungen aller Art überreichen Weltkriege, gegenüber denjenigen an anderen Körpergegenden, den Schädel-, Brust-, Bauch- und Extremitätenschüssen, relativ selten, infolge der geschützten Lage der Niere.

Wenn auch die überwiegende Mehrzahl der Verletzungen der Nieren und ihrer Nachbarorgane im Kriege durch Schußverletzungen von kleinkalibrigen Geschossen oder Granatsplittern hervorgerufen sind, und diese in erster Linie behandelt werden sollen, dürfen wir doch der Vollständigkeit halber die subkutanen Nierenverletzungen, welche immerhin nicht so selten, wie man annehmen könnte, im Kriege zur Beobachtung kamen, nicht unerwähnt lassen, wenn auch die Symptome, mit welchen uns die Kranken entgegentreten, vielfach die gleichen wie nach offenen Schußverletzungen, nur diagnostisch schwerer zu beurteilen und die zu ergreifenden notwendigen Maßnahmen meist dieselben sind wie bei den offenen Verletzungen der Niere.

#### **A. Die subkutanen Nierenverletzungen.**

##### **a) Die Entstehung der subkutanen Nierenverletzungen.**

Diese ist nicht überall leicht zu verstehen und hat schon in Friedenszeiten zum eingehenden Studium und zu verschiedenen Erklärungsversuchen des Verletzungsmechanismus geführt. Denn neben den Gewalten, welche auf die Nierengegend direkt von vorn, von der Seite oder von hinten in Form von Stößen und Schlägen beim Aufschlagen des fallenden Körpers (Verschüttung im Unterstand, indirekte Granatwirkung u. a.) einwirken, haben auch solche Gewalten unter Umständen Nierenverletzungen zur Folge, welche den Körper von einer ganz entfernten Stelle treffen. Und endlich kommen in seltenen Fällen mehr oder weniger schwere, selbst tödlich verlaufende Nierenverletzungen durch bloße Muskelanstrengung, beim Aufheben einer schweren Last, beim Springen aus großer Höhe od. dgl. zustande; durch Gegenstoß nach Art der Gehirnverletzungen und Schleudern der Nieren gegen die Querfortsätze der Wirbel erklärt man die Entstehung der subkutanen Nierenverletzung, während GÜTERBOCK durch ein Zusammenstauchen der Nieren in der Längsrichtung dies infolge der plötzlichen Raumbeschränkung annahm. Dadurch nähern sich die Pole und erklären das vorzugsweise Auftreten von Querrissen. KÜSTER nahm eine Sprengwirkung durch hydraulische Pressung an.

Die äußeren Ursachen der subkutanen Verletzungen, welche im Felde zur Beobachtung kamen, waren Sturz von einem Wagen auf einen harten Gegenstand, Fall vom Pferde und auf das vorstehende Seitengewehr, Quetschung der Nierengegend durch anprallende Stein- oder Erdmassen nach Einschlagen von Granaten, Verschüttungen von Unterständen und Schützengräben, Explosionen, Fliegerabsturzverletzungen u. a.

#### b) Lokalisierung, Grad und Ausdehnung der subkutanen Nierenverletzungen.

Diese können natürlich sehr verschieden sein. Man unterscheidet zweckmäßig:

a) Die Verletzung der Fettkapsel und der Capsula propria, ohne Beteiligung des Nierenparenchyms.

b) Kontusionsherde der Nierensubstanz, selbst mit Blutaustritt in das Gewebe derselben.

c) Tiefere, oft bis in das Nierenbecken hineinreichende Risse durch das Nierengewebe in querer, schräger, radiärer usw. Richtung, welches unter Umständen bis zu völliger querrer Trennung gehen oder in seltenen Fällen auch wohl wie durch einen Sektionsschnitt die Niere in zwei Hälften teilen.

Selbstverständlich sind mit solchen Verletzungen sehr erhebliche Blutaustritte in die Umgebung verbunden: in die Fettkapsel, in das retroperitoneale Gewebe längs des Dickdarmes, in das Mesenterium des Dünndarmes, längs der Vasa spermatica bis zum Leistenkanal, in das Skrotum, in das kleine Becken, in die Bauchdecken u. a. m. Diese Blutung kann teils schon an sich sehr lebensgefährlich werden, teils bringt sie durch Verstopfung der Ureteren oder durch Ausfüllen der Blase mit geronnenem Blute schwere Leiden und Gefahren mit sich. Stauung des Urins in der Umgebung der Niere — meist unter der Fettkapsel bis zur großen fluktuierenden Geschwulst anwachsend — jauchigeparanephritische Abszesse, diffuse Urininfiltrationen, Vereiterung der Niere selbst sind die wesentlichsten schweren Folgeerscheinungen. Unter dem Einfluß solcher Eiterungen zerfallen dann wieder die Thromben, so daß es zu schweren und oft tödlichen Nachblutungen kommen kann.

d) Völlige Zertrümmerung der Niere. Diese geht einher mit schweren perirenaln Verletzungen, Zerreißen der Nierengefäße, des Ureters oder des ganzen Hilus. Die Folgen sind natürlich überaus schwere, rascher Tod durch Verblutung, Nekrose und Verjauchung der ganzen Niere, wenn nicht durch baldige operative Entfernung des zerstörten Organs Hilfe gebracht wird.

Diese etwas schematische Einteilung wird, wie ich glaube, alle Grade und Formen der Nierenverletzungen durch stumpfe Gewalten in sich schließen.

#### c) Die Diagnose der subkutanen Nierenverletzung.

Das Erkennen dieser ist oft schwieriger als die der offenen, bei welchen die Verwundung meist auf die Niere hinweist. Unmittelbar nach der Verletzung wird das Krankheitsbild in den schweren Fällen stets, aber auch in den leichten beherrscht durch tiefen Kollaps und mehr oder weniger schweren Schock, welcher von verschiedenen langer Dauer sein kann. Der Schmerz kann sofort außerordentlich stark sein, sich andererseits langsam steigern und auch bei den später auftretenden Folgekrankheiten gering sein. Daß auch gleichzeitige Verletzung der umgebenden Weichteile und Knochen an der Schmerzempfindung ihren Anteil haben, ist selbstverständlich, wie die Mitverletzung benachbarter Organe ihren Anteil an Schock und Kollaps haben können.



### **α) Äußere Zeichen der Gewalteinwirkung in der Nierengegend.**

Hautabschürfungen, blutige Suffusionen, lokale Anschwellungen können vorhanden sein oder fehlen. Im ersteren Falle können sie in diagnostischer Beziehung wertvolle Fingerzeige abgeben. In noch höherem Grade ist dies der Fall, wenn dem Trauma die Entwicklung einer allmählich zunehmenden, mehr oder weniger zirkumskripten palpablen Geschwulst in der Nierengegend folgt, die man als Ansammlung von Blut und Urin im Nierenbecken und unter der Fettkapsel — Hämonephrose, Hämohydronephrose — oder auch in seltenen Fällen als echte traumatische Hydro-nephrose aufzufassen hat. Im letzten Falle dann, wenn durch das Trauma Abknickung, Zerreißung oder sonstige Verletzung des Ureters und eine Behinderung des Urin-abflusses aus dem Nierenbecken zustande gekommen ist.

Daß Bluterguß oder Muskelquetschung zu Flexionsstellung des Oberschenkels (Psoaswirkung) führen, daß das ergossene Blut sich retroperitoneal senken und nach Tagen in der Gegend des Leistenkanals am Poupartschen Bande, an der Peniswurzel usw. sichtbar werden kann, mag nur kurz erwähnt werden.

### **β) Die Hämaturie, das Blutharnen.**

Die Hämaturie, das Blutharnen, ist eines der wichtigsten Zeichen der Nierenverletzung, und gerade für das Erkennen der subkutanen oft ausschlaggebend. Freilich fehlt sie auch in zahlreichen Fällen, einmal in den leichteren, bei denen die Nierenrisse das Nierenbecken nicht erreichen, und in den schweren, bei welchen es zur Abreißung des Ureters gekommen ist; in der großen Mehrzahl der schweren Nierenverletzungen jedoch ist sie mit großer Regelmäßigkeit vorhanden.

### **γ) Die klinischen Erscheinungen der Nierenblutungen.**

Die klinischen Erscheinungen der Nierenblutungen können recht verschieden sein. Ist die Blutung gering, so hat das ergossene Blut Zeit, im Nierenbecken und im Ureter zu gerinnen, ehe es in die Blase gelangt; so können Stunden nach der Verletzung vergehen, ehe sie in Erscheinung tritt. Die Blutbeimischung zu dem entleerten Urin ist anfangs nur gering, der Übertritt des den Ureter füllenden langen wurmförmigen Gerinnsels in die Blase erfolgt dann unter großen Schmerzen, welche den beim Durchtritt von Nierensteinen ähnlich sind. Auch die Entleerung des Gerinnsels durch die Urethra kann von den schmerzhaftesten Empfindungen begleitet sein.

Ist die Blutung heftiger, folgt das Blut in raschem Strom durch den Ureter in die schon vorher nicht leere Blase, so entleert nach heftigem Urindrang der Verletzte anscheinend reines Blut.

### **δ) Die zystoskopische Feststellung der subkutanen Nervenverletzung.**

Trotz dieser einwandfreien Symptome bietet die Diagnose oft genug Schwierigkeiten, besonders wenn der charakteristische blutige Urin fehlt. Das Zystoskop ist auch hier wieder ein unschätzbares Hilfsmittel, welches uns in Verbindung mit den Indigokarmininjektionen auch auf dem Hauptverbandplatz und im Feldlazarett vorzügliche Dienste geleistet hat.

Unter Zusammenfassung der geschilderten Symptome gelang es uns, die diagnostischen Schwierigkeiten zu überwinden und die das Schicksal des Verletzten entscheidenden, zielbewußten therapeutischen Maßnahmen, wenn erforderlich, sofort anzuwenden.

d) Die späteren Folgeerscheinungen nach subkutanen Verletzungen der Nieren und Harnleiter.

a) Dies sind vor allem die Hydro- und Pyonephrosen durch Quetschung und spätere Stenosenbildung des Ureters. Die Behinderung des Urinabflusses aus dem Nierenbecken entwickelt sich sehr allmählich. Die Patienten werden lange unter den verschiedensten Diagnosen behandelt, bis ein Röntgenbild nach Kollargolfüllung des Nierenbeckens uns die krankhafte Veränderung einwandfrei zeigt. Wir haben derartige Fälle mehrfach bei Soldaten beobachtet, bei denen das schädigende Trauma schon vor dem Kriege oder zu Anfang desselben stattgefunden hatte. Heilung durch konservativ-operative Behandlung, oder, falls die Niere zu weit zerstört war, durch Nephrektomie. Bei einem Patienten hatte das Trauma schon im Jahre 1896 stattgefunden. Die sich allmählich entwickelnde Pyonephrose mit Steinbildung wurde durch Nephrektomie vorübergehend geheilt 1910. Wegen erneuter Blasenbeschwerden infolge schwerer Zystitis 1916 erneute Krankenhausaufnahme, vergeblich behandelt. Nach eingehender Untersuchung stellten wir ein Ureterstumpfeempyem fest. Durch operative Beseitigung des eitergefüllten, stark erweiterten Harnleiterstumpfes wurde die krankmachende Ursache endgültig beseitigt und Patient geheilt.

b) Eine weitere, gerade für die Krankheitsbeurteilung unserer Soldaten sehr wichtige Folgeerscheinung ist die traumatische Nephritis. Das Trauma als Entstehungsursache einer Nephritis ist lange bestritten, nach meiner Ansicht insofern auch mit Recht, wenn man eine allgemeine doppelseitige Nephritis annimmt. Die durch äußere Gewalteinwirkung entstandene Nephritis ist fast stets einseitig, und zwar nur auf der Seite, auf welche das Trauma eingewirkt hat. Zylinder, Albumen, Blutschatten, sowie die verschiedenen Bakterien sind im Urin nachzuweisen. Die sichere Diagnose der Einseitigkeit wird erst mit dem Ureterenzystoskop gestellt. Gerade bei den durch stumpfe Gewalt hervorgerufenen Nierenverletzungen, besonders solchen, welche nicht zur chirurgischen Beobachtung gelangten, sind schwere Folgeerscheinungen nicht selten.

Damit kann man die erkrankte eine Seite und die fast stets gesunde andere feststellen. Der Krankheitsverlauf ist meist ein lang dauernder; nach vorübergehender Besserung durch Anstrengung Verschlimmerung; bei infiziertem Nierenbecken sekundäre Zystitis, welche durch Behandlung dieser nicht zu beseitigen ist, sondern nur durch Ausschaltung des Grundeidens. Diese Fälle sind häufiger bei unseren Kriegsteilnehmern, als gemeinhin angenommen wird. Die Behandlung oft lang dauernd und oft erfolglos, bis die richtige Diagnose gestellt und schließlich operativ eingegriffen wird.

## B. Die Schußverletzungen der Niere und Harnleiter.

Von den offenen Verletzungen der Niere sind die häufigsten die Schußverletzungen. Die Stich- und Schnittverletzungen, welche durch Messer, Lanze oder Bajonett hervorgerufen wurden, waren schon im Frieden recht selten, aber auch im Kriege nicht häufig. Einmal wird die geschützte Lage der Nieren, wie schon erwähnt, der Grund dafür sein, andererseits kamen Lanzen- und vor allem Messer- oder Bajonettstiche in diesem Kriege selten zur Behandlung. Das dürfte wohl dadurch erklärt sein, daß die meisten der mit scharfer Waffe Verletzten schon auf dem Kampfplatz der Schwere der Verwundung erlagen, bevor sie in ärztliche Behandlung kamen.

Verwundung durch Granaten- und Minensplitter, Infanterie- und Maschinengewehrgeschosse sind die häufigsten. Isolierte Nierenverletzungen sind überhaupt selten. KLOSE berichtet über 18 Fälle, LÄWEN sah unter 42 Schußverletzten der Niere 37 mit Bauchschüssen kombiniert und nur 5 extra-

peritoneale. SAVIANICEK beobachtete unter 17000 Verwundeten des Jahres 1916 in einem österreichischen Reservespital nur 8 Nierenschüsse. KÖRBER sah unter 10000 Schußverletzungen aller Art 17 Nieren- und 2 Harnleiterverletzungen, darunter nur 4 extraperitoneale Nierenverletzungen. BORST sah unter 1500 Feldsektionen 69 Nierenverletzungen, von denen 55 durch Geschosse, die übrigen durch stumpfe Gewalt hervorgerufen waren. Auch die Mitteilungen anderer Kriegschirurgen entsprechen den angeführten geringen Zahlen der isolierten Nierenverletzungen. Unser Beobachtungsmaterial, welches mir auf den Hauptverbandplätzen, in den Feldlazaretten des Armeekorps und einer Armeegruppe zur Verfügung stand, ist ein größeres, aber immerhin bescheiden gegen die zahlreichen Wunden an den übrigen Körpergegenden, an Kopf, Brust, Bauch und den Extremitäten.

Gegenüber den isolierten Nierenverletzungen sind die mit Pleura-, Lungen-, Wirbelsäule-, Zwerchfell- und Bauchverletzungen kombinierten weit häufiger.

Die rechte Niere ist infolge ihrer anatomischen Lage, ihrem tieferen Stand gegenüber der linken, isolierten Verletzungen ohne Mitbeteiligung der Lunge mehr ausgesetzt. Bei Gewehrschüssen handelt es sich meist um Durchschüsse, jedoch kommen auch Steckschüsse im Bereich der Nieren und der Ureteren zur Beobachtung. Bei den isolierten Nierenschüssen überwiegen die Granat- und Minensplitter als Steckschüsse, als Wirkung matter von hinten kommender Granaten infolge der erwähnten anatomischen Verhältnisse. DENKS beobachtete und behandelte erfolgreich 3 isolierte Steckschüsse der Nieren. Granatsplitter konnten entfernt werden. Die gleichzeitige Eröffnung der Pleura konnte leicht geschlossen werden.

Bei der häufigen Mitbeteiligung der anderen Organe traten bei Steckschüssen mit mehr oder weniger weitgehenden Zerstörungen einmal die Verletzungen der Niere, das andere Mal die der Nachbarorgane in den Vordergrund. Gleichzeitige Verletzung beider Nieren ist nicht häufig, jedoch mehrfach beobachtet. WILLMANN sah einen Verwundeten mit Durchschuß beider Nieren; Patient ging an Verblutung zugrunde. BURKHARDT und LANDOIS berichten über einen Lochschuß im oberen Pol der linken Niere und Zertrümmerung der rechten, dabei war die Milz gestreift, der erste Lendenwirbel frakturiert, der rechte Leberlappen und die 10. Rippe verletzt. LÄWEN sah durch eine Schrapnellkugel den oberen Pol der linken Niere gequetscht und einen Riß am oberen Pol der rechten Niere. Zugleich war der obere Pol der Milz zertrümmert, Querkolon und Duodenum durchschossen. Derselbe Autor berichtet über eine gleichzeitige Verletzung der linken Niere, des linken Ureters und des rechten Ureters und Frakturierung des dritten Lendenwirbels.

#### a) Pathologische Anatomie der Nieren- und Harnleiterschüsse.

Bei Beobachtung der Verletzungen, welche die Geschosse der verschiedensten Art an und in den Nieren hervorrufen, muß man sich den anatomischen Bau der Niere vergegenwärtigen. Die Niere ist ein weiches, von einer Kapsel umgebendes Organ, welches durch seine relativ weiche Beschaffenheit ein geeignetes Feld für Sprengwirkungen bietet. Um die einzelnen Formen der Nierenschußverletzungen nach ihren wesentlichen pathologisch-anatomischen Bildern ungefähr zu kennzeichnen, würde in Übereinstimmung mit anderen Autoren, welche ebenfalls in einer größeren Reihe Nierenverwundeter eingehende Beobachtungen gemacht haben, folgende Gruppierung praktisch sein:

a) Die Durchschüsse. Diese werden als rundliche Ein- und größere Ausschüsse fast ausschließlich durch Infanterie- oder Maschinengewehrsgeschosse veranlaßt. Der Ausschuß zeigt oft zerfetztes Nierengewebe mit abgesprengten Nierenteilen. Um den Einschuß finden sich kleinere, um den Ausschuß größere radiäre Berstungssprünge. Das den Schußkanal umgebende Gewebe ist meist nur in geringem Grade in Mitleidenschaft gezogen. Bei Nah- oder Querschüssen ändert sich natur-



gemäß das Bild, indem die Sprengwirkung in dem weichen Gewebe mit sternförmiger Rißwunde in den Vordergrund tritt.

b) Die Streifschüsse sind relativ gutartig, besonders wenn die Pole getroffen werden. Dagegen sind die die konvexe Nierenwand treffenden Schüsse meist von tiefgehenden Riß- und Sprengwirkungen, welche, die ganzen Nieren durchdringend, bis zum Hilus reichen können, begleitet.

c) Die Rinnen- und Furchenschüsse dringen oft tief in das Gewebe der Nieren ein und bilden in der Nähe des Pols ohne wesentliche Sprengwirkung zuweilen tiefe Mulden in denselben. Im allgemeinen entsprechen sie den Streifschüssen, wenn sie nicht durch Verletzung des Nierenbeckens und der Gefäße schwere Erscheinungen veranlassen.

d) Die Steckschüsse in den Nieren sind nicht selten. Zuweilen sind es kleine Projektilen, meist jedoch kleine Granatsplitter (Abb. 19), welche mit matter Durchschlagskraft das Organ treffen. Diese Nierenwunden heilen meist mit einer festen bindegewebigen Narbe. Genaue Untersuchung ist erforderlich, ob es sich wirklich um einen einfachen Steckschuß handelt, oder ob ein solcher vorgetäuscht mit tiefen inneren Organverletzungen verbunden ist (Abb. 20).

e) Die Kontusionsverletzungen der Niere sind indirekte Schädigungen, ohne daß die Niere vom Geschoß getroffen wird. Bei Durchschüssen der Bauchhöhle, des Thorax, der Weichteile, der Nierengegend und der benachbarten Knochen, meist bei Rippenschüssen, kam es durch Kompressions- und Sprengwirkung zu mehr oder weniger tiefen Rissen in der Niere mit ihren Folgeerscheinungen.

f) Teilweise oder vollständige Zertrümmerung der Niere. Die verschiedensten Bilder treten uns entgegen. Abreißung eines Pols, ein oder mehrere, oft bis in das Nierenbecken reichende Einrisse (Abb. 21) und vollständige Zerreißen des ganzen Organs in einzelne Stücke (Abb. 22). Bei ausgedehnter Zertrümmerung der Weichteile kann ein Verfall der zerrissenen Niere eintreten, wie das BAETZNER mit gleichzeitigem Heraustreten des Kolons beobachtete.

g) Verletzungen der Gefäße und des Nierenhilus.

h) Die Schußverletzungen der einzelnen Nierengefäße sind relativ selten. ENDERLEN, SAUERBRUCH und LÄWEN berichten über isolierte Verletzungen der Venen, BURKHARDT, LANDOIS u. a. über Durchschüsse der Nierenarterien. Hierbei erfolgt die Blutung weniger in das Nierenbecken, um dann in die Blase zu treten, als in die Nierenkapsel und das umgebende Gewebe. Es finden sich daher selten stärkere Bluteintritte in die Blase und dadurch die Erschwerung der Diagnose.

i) Die Schußverletzungen des Nierenbeckens sind an sich nicht häufig. Mehrfach fand ich eine vollständige Abreißung oder Zerstörung des Nierenbeckens, jedoch war dieselbe meist mit weitgehenden Zerreißen der Nieren verbunden. In einem Falle sah ich eine Abtrennung des Nierenbeckens vom Ureter durch einen Gewehrscuß, Blutaustritt in die Blase war nicht erfolgt. Eine gleichzeitige Verletzung der Bauchorgane war bereits erfolgreich behandelt, als eine Spätblutung nach 11 Tagen auf die gleichzeitige schwere Mitbeteiligung der Niere hinwies und nach operativer Freilegung des Organs obigen Befund feststellen ließ.

LÄWEN sah 2 Fälle von isolierten Verletzungen des Nierenbeckens durch Infanteriegeschosse, bei welchen der obere resp. untere Nierenpol mitzertrümmert war. HERZFELD sah einen Steckschuß, MOLINEUS eine Zerfetzung des Nierenbeckens.

k) Die Schußverletzungen des Harnleiters sind ebenfalls selten. Meist sind sie mit Frakturen der Wirbel und mit Darmverletzungen kombiniert. Ich habe mehrere derartige komplizierte Verletzungen, Schuß durch beide Ureteren mit gleichzeitigen Nieren- und Kolonverletzungen, gesehen. Die Patienten gingen bald zugrunde. Eine isolierte Verletzung des unteren Ureterteiles mit Fistelbildung habe ich längere Zeit zu beobachten und zu behandeln Gelegenheit gehabt. Ich komme auf den Fall bei Besprechung der Therapie noch zurück. Ureterfisteln nach Schuß-

verletzung, welche später spontan heilten, habe ich zweimal gesehen. KÖRTE machte dieselbe Erfahrung. REHN jun. brachte eine Harnleiterverletzung, durch primäre zirkuläre Naht zu primärer Heilung. STUTZIEN berichtet über einen isolierten Harnleiterbruch durch einen Gewehrschuß. Diesen Fällen lassen sich wahrscheinlich noch eine weitere Zahl von Beobachtungen anschließen.

Die gleichzeitige Verletzung der Nachbarorgane, vor allem die der Bauch- und Brusthöhlen, bilden, wie bereits erwähnt, eine häufigere Komplikation der Nieren- und Harnleiterverletzungen und verschlechtern dadurch wohl

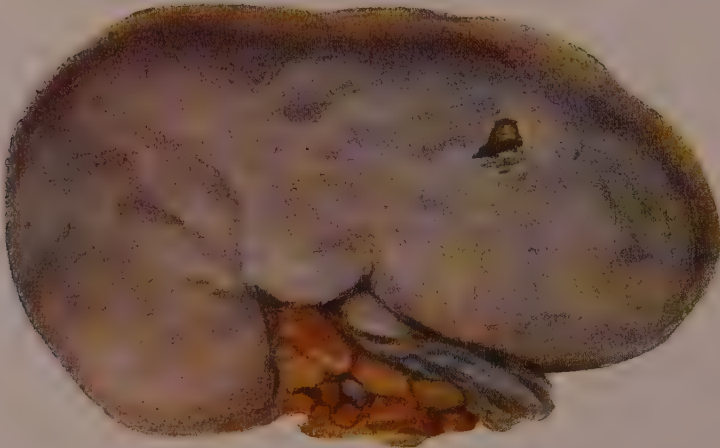


Abb. 19. Kleiner Granatsplitter (Einschuß).

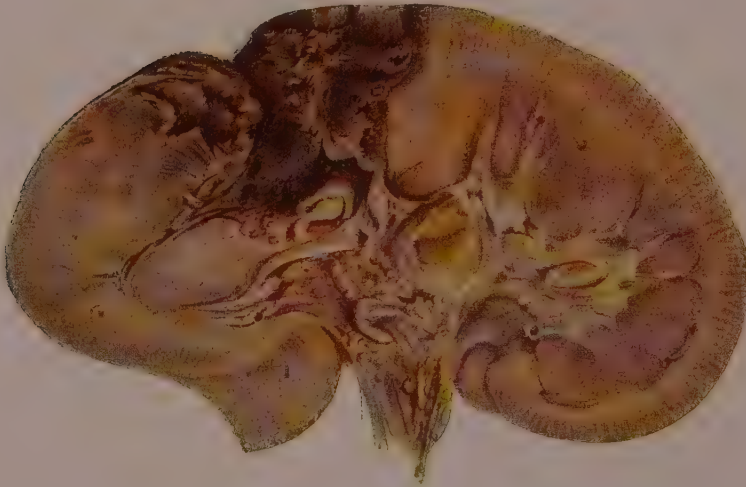


Abb. 20. Zertrümmerung im Innern der Niere bei kleiner Einschußöffnung.

(Abb. 19 und 20 aus Bier-Braun-Kümmell, Chirurg. Operationslehre, 3. Aufl., Bd. IV.)

wesentlich die Heilungsaussichten der letzteren. Da diese Verletzungen in ihrer Vielseitigkeit an einer anderen Stelle dieses Werkes eingehend besprochen werden, liegt es außerhalb meiner Aufgabe, bei dem mir zugemessenen beschränkten Raum hier näher darauf einzugehen, wenn ich sie auch bei Besprechung der Therapie nicht ganz übergehen kann.

#### b) Symptome und Verlauf der Nierenschußverletzungen.

Das Krankheitsbild, welches uns nach einem frischen Nierenschuß entgegentritt, ist oft ein recht schweres und durch die Mitbeteiligung der Nachbarorgane resp. durch die gleichzeitige Verletzung des Peritoneums wesentlich beeinflusst. Hat

der Schuß die Bauchhöhle mit verletzt, handelt es sich also um eine gleichzeitige intraperitoneale Verletzung, so treten die bekannten Symptome dieser Verletzung, hochgradige Erschöpfung, mehr oder weniger schwerer Kollaps, beschleunigter Puls, Spannung der Bauchdecken und Druckempfindlichkeit derselben, später Meteorismus und Erbrechen in den Vordergrund. Bei den extraperitonealen Verletzungen fehlen diese peritonealen Erscheinungen oder sind nur teilweise vorhanden.

Dazu tritt dann das für die Nierenverletzung charakteristische Symptom, die Hämaturie, welche in den meisten Fällen vorhanden ist und die Diagnose

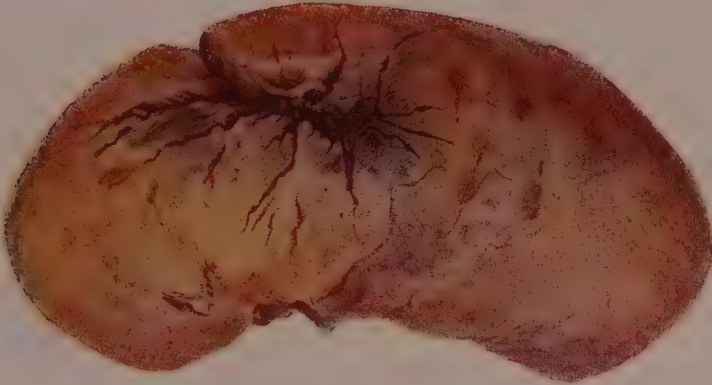


Abb. 21. Teilweise Zertrümmerung der Niere.

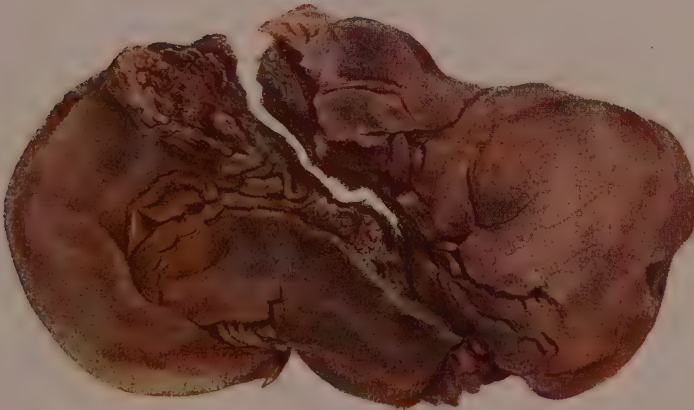


Abb. 22. Zerreißung der Niere.

(Abb. 21 und 22 aus Bier-Braun-Kümmell, Chirurg. Operationslehre, 3. Aufl., Bd. IV.)

wesentlich erleichtert. Dieses wichtige Zeichen fehlt nur bei relativ leichter Verletzung, oder hört bald auf, wenn es sich z. B. um Steck- oder Lochschüsse handelt, welche nur oberflächliche Verletzungen der Niere herbeigeführt haben und nicht in das Becken hineinreichen. Zuweilen läßt die anfänglich heftige Blutung allmählich nach oder sistiert vollständig, um nach kürzeren oder längeren Pausen erneut aufzutreten. Dabei sind äußere Erschütterungen, wie sie durch den Verwundetentransport nicht zu vermeiden sind, die ursächlichen Momente; oder es handelt sich um spätere Nachblutungen, veranlaßt durch gestörten Wundverlauf infolge Lösung und Zerfall vorhandener Thromben. Die Blutung ist zuweilen sehr heftig, so daß sich die Blase bald füllt, die Entleerung nach außen



erschwert oder unmöglich wird und hochgradige Blasenentzündungen eintreten. Zuweilen sieht man bei langsamer Blutung, bei welcher eine Gerinnung des Blutes im Nierenbecken oder im Ureter eintritt, die bekannten wurmförmigen langen Gerinnsel, Ureterenausgüsse, wie wir sie bei Nierenblutungen infolge verschiedener krankhafter Veränderungen zu beobachten gewöhnt sind, nach starken kolikartigen Schmerzen zutage treten. Oft fehlt die Blutung vollständig nicht nur bei den leichtesten Verletzungen, sondern gerade bei den schwersten, bei welchen das Nierenbecken vollständig zertrümmert und abgerissen ist; ferner infolge Durchschusses des Ureters. Dadurch ist die Verbindung mit der Blase unterbrochen und das Austreten des Blutes auf natürlichem Wege unmöglich geworden. Dabei kann das Blut bei intraperitonealen Verletzungen in die freie Bauchhöhle treten, oder, was besonders bei extraperitonealen Schüssen häufiger ist, das Blut sammelt sich im Nierenlager, drängt in das subkutane Fettgewebe und in die Kapseln, zieht den Dickdarm entlang und bildet die retroperitonealen Hämatome, welche allmählich eine gewaltige Ausdehnung erreichen können und als prallelastische, die ganze Nierengegend ausfüllende Tumoren in Erscheinung treten.

Darmstörungen durch Druck auf das Colon ascendens oder descendens, wie wir sie nach Nephrotomie nicht selten beobachtet haben, sind die weiteren Begleiterscheinungen dieser perirenaln Blutungen. Daß bei diesen akuten, oft sich langsam entwickelnden Blutungen die Zeichen schwerster Anämie sich bald einstellen, braucht kaum erwähnt zu werden.

Aus den vorhandenen Schußöffnungen sieht man zuweilen größere Mengen Blutes austreten, besonders, wenn es sich um ausgedehnte Weichteilverletzungen mit weitgehenden Zertrümmerungen der Niere handelt. Bei kleiner Schußöffnung verlegt sich oft der Schußkanal, so daß der anfänglich austretende Blutstrom stockt und sich nach innen in die Peritonealhöhle oder in die Umgebung der verletzten Niere verbreitet.

b) Der Austritt des Urins aus der Schußwunde ist kein sehr häufiges Symptom, weist aber mit absoluter Sicherheit auf eine Verletzung der Harnorgane hin. Fast stets handelt es sich dabei um eine Verletzung des Nierenbeckens, noch häufiger um die des Harnleiters. Ungünstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn der Urin sich nicht nach außen entleert, sondern in die freie Bauchhöhle oder in das perinephritische Gewebe eindringt und dort zu schwerer Infektion, zu Peritonitiden, zu jauchigen Prozessen oder im günstigsten Falle zu Abszeßbildung führt.

c) Die Infektion der Nierenschußwunde ist außer der Blutung wohl die das Leben am meisten bedrohende Komplikation. Die Infektion wird einmal veranlaßt durch das Geschoß selbst, vor allem durch die stets mit pathogenen Keimen beladenen Granatsplitter und durch den in die verletzte Niere und ihre Umgebung eindringenden Urin.

Die Folge davon ist Schmerzhaftigkeit der betreffenden Nierenseite, starke Schwellung, welche sich bis zu einem großen fluktuierenden Tumor steigern kann, Fieber, Schüttelfröste, eitriger Urin u. a. Mehr oder weniger weitgehende Bauchdeckenphlegmonen schließen sich an, und die Patienten gehen, wenn nicht bald energisch operativ eingegriffen wird, septisch zugrunde.

d) Die Mitbeteiligung und sekundäre Erkrankung der zweiten nicht betroffenen Niere ist eine weitere schwere, meist irreparable Folge der Infektion des verletzten Organs und seiner Umgebung. Mehrfach habe ich bei zu spätem Eingreifen nach Nierenverletzungen trotz weitgehender Spaltung des perinephritischen Abszesses und Entfernung der infizierten verletzten Niere die andere bald ihre Funktion einstellen und die Verwundeten zugrunde gehen sehen. Die Patienten gehen an einer infektiösen sekundären

Nephritis zugrunde, sei es, daß dieselbe durch einen aufsteigenden Prozeß von der mitinfizierten Blase oder auf den Wegen der Blut- und Lymphbahnen zustande kommt. LÄWEN u. a. haben ähnliche Erfahrungen gemacht und auf ihre Bedeutung hingewiesen.

Im allgemeinen wird der Verlauf einer Nierenschußverletzung der sein, daß bei weitgehender Mitverletzung der Nachbarorgane und schwerem Blutverluste vielfach der Tod auf dem Kampfplatze eintritt, ehe der Verwundete in ärztliche Behandlung gelangt. Andererseits steht die fast stets vorhandene Blutung nach kurzer oder längerer Zeit und der Verwundete gelangt bei konservativer Behandlung zur Heilung. Solche Fälle sind besonders zu Anfang des Krieges öfter beobachtet und mitgeteilt. Ich selbst sah in den ersten Gefechten einen verwundeten jungen Offizier mit schwerster Blutung nach Gewehrschuß der linken Niere. Die Anämie war so hochgradig, daß uns damals ein operativer Eingriff aussichtslos erschien. Der Verletzte erholte sich und ist genesen. Später, nach zunehmender Erfahrung, war unser therapeutisches Vorgehen ein anderes.

Nur selten war der Heilungsverlauf ein so günstiger, wie ich ihn soeben erwähnte. Die anfangs sistierende Blutung trat von neuem ein und wiederholte sich in mehr oder weniger langen Pausen, oder es kam unerwartet etwa am 9. oder 10. Tage oder später zu einer bedrohlichen Nachblutung. Fieber und septische Prozesse folgen der geschilderten perinephritischen Blutansammlung und führen, wenn nicht endlich eingegriffen wird, bald zum Tode.

In anderen Fällen geht die akute Gefahr zunächst vorüber, es bleiben Abszesse und Fisteln zurück. Es bilden sich Pyelitiden und Pyonephrosen, welche zu ihrer Heilung operative Maßnahmen verlangen. Nicht weniger wie die Bauch- und Brustverletzungen wird bei Nierenverwundungen das Schicksal des Verletzten von einem frühzeitigen sachgemäßen chirurgischen Handeln abhängen, nachdem die Diagnose mit Sicherheit oder großer Wahrscheinlichkeit gestellt ist.

#### b) Die Diagnose der Nierenschüsse.

Im allgemeinen ist die Diagnose einer Verletzung der Niere, wenn der geschilderte Symptomenkomplex vorhanden, leicht zu stellen. Schwierig, ja oft unmöglich ist die Feststellung, welcher Art und in welcher Ausdehnung die Niere geschädigt ist. Das zu wissen, ist für unsere Therapie und damit für das Schicksal des Patienten von der größten Bedeutung.

Das wichtigste Symptom, die Blutung aus den Harnorganen, fehlt bei den Nierenschüssen selten, die Richtung des Schußkanals, der lokale Schmerz, Austritt des Urins aus der Wunde und die anderen bereits geschilderten Symptome lassen die Diagnose einer Nierenverletzung meist unschwer stellen, nicht aber ihre Art und Ausdehnung. Wenn nicht schwere Kollapse, hochgradige Anämie und im späteren Stadium Fieber, schmerzhafte Schwellung, kurz, die sicheren Symptome einer bereits vorhandenen Infektion die Schwere der Verletzung und ihrer Begleiterscheinungen als unzweifelhaft erscheinen lassen, fehlt uns in der für das Schicksal der Verwundeten entscheidenden ersten Zeit nach der Verletzung jeder sichere Anhaltspunkt. Ebenso wenig wie wir imstande sind, trotz der größten Erfahrung den pathologisch-anatomischen Zustand des erkrankten Appendix kurz nach Einsetzen des akuten Anfalles festzustellen, sind wir auch nicht in der Lage, uns nur ein annähernd genaues Bild von der Ausdehnung und dem Sitz der Verletzung bei Nierenschüssen zu machen. Über dieses unser diagnostisches Unvermögen hilft uns, ebenso wie bei der Appendicitis acuta die Frühoperation, nur die frühzeitige Freilegung der verletzten Niere hinweg, worauf wir bei der Therapie noch eingehen werden.

Unentbehrlich für eine sichere Diagnose bleibt das Zystoskop. Bei einer vorzunehmenden Nephrektomie muß man stets daran denken, daß der Verletzte nur eine Niere haben und daß gerade diese vom Unfall betroffen sein könnte, wie wir dies in einem Falle zu beobachten Gelegenheit hatten. Hier war eine konservative Behandlung möglich, und die Bildung einer vorübergehenden Nierenfistel beseitigte die erste Gefahr. Die Feststellung der zweiten Niere und ihre Funktion sollte vor jeder Nierenoperation ausgeführt werden. Auch auf dem Hauptverbandplatz und im Feldlazarett läßt sich dieses bei einiger Übung schnell ausführen. Die Anwendung des Zystoskops ist das sicherste Mittel, um sich von dem Vorhandensein zweier Nieren und ihrer Funktion zu unterrichten. Der mehr Zeit und Übung erfordernde Ureterenkatheterismus ist nicht immer notwendig. Das eingeführte Zystoskop wird uns nach vorheriger Einspritzung von 20–30 ccm Indigokarmin in den Oberschenkel oder das Gesäß in wenigen Minuten durch das Austreten des blaugefärbten Urinstrahles aus der oder den Nieren den Nachweis über das Vorhandensein einer zweiten unverletzten Niere und die ungefähre Funktionsfähigkeit der verletzten bringen.

Sind beide Nieren verletzt, so wird man auch hierüber durch das Zystoskop Aufschluß erhalten. Ein an beiden Nieren Verletzter wird nur selten in die ärztliche Behandlung gelangen. Derartige Schwerverletzte werden meistens noch so schwere Verwundungen der Nachbarorgane, der Bauchhöhle, des Thorax und seines Inhaltes erlitten haben, daß der Tod bald eintritt und ein Transport nach dem Hauptverbandplatz und dem Feldlazarett nicht mehr erfolgen kann. Immerhin sind, wie ich bereits erwähnte, einige derartige schwere Fälle von Verwundungen beider Nieren in ärztliche Beobachtung und Behandlung gelangt.

#### c) Die Prognose der Nierenschußverletzungen.

Die Vorhersage ist bei vielen Nierenverletzten eine ungünstige und schwere. Nach anfangs anscheinend leichten Verletzungen folgt, wie erwähnt, unerwartet ein ungünstiger Ausgang. Nierenverletzte machen im allgemeinen einen schwerkranken Eindruck. Einen raschen Abtransport, womöglich in das Feldlazarett zur sachgemäßen aktiven Behandlung, habe ich nach zunehmender Erfahrung stets empfohlen. Ein Abwarten im Sanitätsunterstand od. dgl., bis sich der Verletzte vom vorhandenen Schock oder dem schweren Blutverlust mehr erholt hat, erschien mir nicht richtig, und die Gefahr des Transportes war nach meinen Erfahrungen weit geringer, als die überwiegenden Vorteile der an geeigneter Stelle einsetzenden zweckentsprechenden aktiven Maßnahmen.

#### d) Behandlung der Schußverletzungen der Nieren und Harnleiter.

Im allgemeinen werden für die subkutanen Nierenverletzungen dieselben Richtlinien wie für die offenen, besonders durch Schüsse hervorgerufenen, maßgebend sein. Eine Übereinstimmung in der Behandlung der Nierenverletzten, wie sie beispielsweise bei Kopf-, Brust- und Bauchschüssen im Laufe des Krieges mehr und mehr erzielt ist, besteht unter den einzelnen Chirurgen noch nicht. Ob ein zunächst abwartendes Verhalten oder ein sofortiges aktives Vorgehen zu empfehlen ist, darüber sind die Ansichten noch geteilt.

Eine Anzahl der schweren Nierenverletzungen ging bald nach der Verwundung oder auf dem Hauptverbandplatz infolge schwerer Blutungen zugrunde. Bei denen, welche in ein Feldlazarett gelangten, war in erster Linie der Allgemeinzustand des Verwundeten maßgebend, um die entsprechenden Maßregeln zu ergreifen.

Handelt es sich um einen durch Gewehrschuß an der Niere Verwundeten mit gutem Puls und günstigem Allgemeinbefinden, so kann man ausnahmsweise konservativ verfahren, die kleine Einschußöffnung verschließen und die



Blutmengen des Urins beobachten. Oft wurde der anfangs stark blutige Urin bald klarer, der Blutgehalt schwindet verhältnismäßig schnell, die Heilung erfolgte ohne Zwischenfall.

Handelt es sich um einen Verwundeten mit starkem Blutverlust, bei welchem man das Fortbestehen der Blutung annehmen kann, so muß diese unter allen Umständen gestillt werden. Durch Flankenschnitt wird die verletzte Niere freigelegt, die Nierengefäße werden zur Vermeidung weiterer Blutverluste mit Finger oder federnder Klemme komprimiert, und nunmehr wird eine genaue Feststellung der Wundverhältnisse vorgenommen.

Ist die Verletzung der Niere eine sehr weitgehende, ist das ganze Organ zertrümmert, so daß ein Erhalten unmöglich erscheint, ist vor allem das Nierenbecken abgerissen oder schwer beschädigt, so ist die Nephrektomie die am schnellsten und sichersten zum Ziele führende Operationsmethode, mag die Verletzung durch die wenig infektiösen Gewehr- oder durch Granatsplitter hervorgerufen sein.

In allen Fällen wird man zwischen Verletzung der Niere durch Gewehr- oder Maschinengewehrsgeschosse und den durch Granatsplitter hervorgerufenen unterscheiden. Die ersteren sind weit weniger mit Sprengwirkung und mehr oder weniger ausgedehnter Zerreißung des ganzen Organs verbunden als die Granatverletzungen. Handelt es sich um Lochschüsse, Risse in der Nierensubstanz, Loslösung eines größeren Stückes der Nierensubstanz bei noch vorhandener genügender Ernährung und Verbindung mit dem Organ, so wird man den Schußkanal exzidieren, die Wundränder anfrischen und durch Katgutnähte eine möglichst feste Vereinigung und exakte Blutstillung anstreben. Mit dieser weitgehenden konservativen Behandlung haben einige Chirurgen, DENKS u. a., sowie auch wir gute Erfolge erzielt.

Findet man einen kleinen Einschuß in der Nierenoberfläche, besonders durch Granatsplitterverletzung, so darf man sich nicht nur mit der Exzision des anscheinend kleinen Wundkanals und nachfolgender Naht zufrieden geben, sondern unter allen Umständen feststellen, ob eine schwerere Verletzung im Innern des Organs stattgefunden hat. Dieses ist bei Granatsplittern sehr oft der Fall. Der kleine harmlos aussehende Einschuß birgt im Innern oft weitgehende Zerreißungen. Daher muß der Splitter unter allen Umständen entfernt, resp. der Kanal so weit verfolgt oder gespalten werden, daß das Ende desselben zu übersehen ist. Ist eine Exzision des zertrümmerten Gewebes nach breiter Freilegung und Naht unmöglich, so wird man dieses natürlich der Nephrektomie vorziehen.

Wenn bei konservativer Behandlung, sei es, daß der Schußkanal verschlossen oder die Wunde der freigelegten Niere durch die Naht vereinigt wurde, später Fieber oder Urinabgang durch die Wunde eintrat, wurde bei Verschlechterung des Allgemeinzustandes nicht länger mit der Nephrektomie gezögert. Der Erfolg war meist gut.

Die Behandlung der Nierenverletzungen durch Schnitt, Stich (Bajonettstich o. ä.), welche im ganzen selten waren, folgt den bei Schußverletzungen angegebenen Grundsätzen: Freilegung der Niere und Stillung der Blutung durch Naht oder Entfernung des Organs; meist genügte schon die Tamponade bei leichten Verletzungen.

Vielfach waren die Nierenwunden kompliziert mit Brust- und noch häufiger mit Bauchverletzungen oder mit weitgehender Zerstörung anderer Teile des Harnapparates. Bei gleichzeitiger Verletzung des Thorax, der Lungen und des Zwerchfelles wird man sich nach der Art der Ausdehnung der Verletzung richten müssen. Treten die Erscheinungen der blutenden Niere in den Vordergrund, so wird man zunächst diese freilegen, in der geschilderten Weise verfahren und die Öffnung im Zwerchfell durch Tamponade verschließen.

Sind schwere Lungenverletzungen, offener Pneumothorax und größere Verletzungen des Zwerchfells vorhanden, so hat sich uns ein für das Feld konstruierter, leicht transportabler Überdruckapparat gut bewährt. Unter seiner Anwendung werden nach Resektion der zertrümmerten Rippen die Lungenwunden genäht, ebenso die des Zwerchfelles, was weit leichter von der Thoraxwunde als vom Abdomen auszuführen ist, die stark geblähte Lunge eingenäht und die Hautwunde geschlossen, dann erfolgt die Wundversorgung der Niere.

Bei gleichzeitiger Verletzung der Bauchhöhle mit ihren Organen wird man im allgemeinen zunächst die Laparotomie ausführen, Darmwunden nähen, Blutungen stillen und dann nach transperitonealer Freilegung der Niere die durch die Art der Verletzung gebotene konservative Behandlung oder die Nephrektomie einleiten. Drainage oder Tamponade des Nierenlagers nach außen hinten und Abschluß der Peritonealhöhle gegen die Nierenwunde ist erforderlich. Wenn die transperitoneale Freilegung der Niere besondere Schwierigkeiten bereitet, lege man die Niere durch den typischen Nierenschnitt als besondere Operation frei.

Beginnt man die Operation bei größeren äußeren Verletzungen der Nierengegend mit Freilegung dieses Organs und verlängert den typischen Schnitt in der Richtung der Symphyse mit Eröffnung der Bauchhöhle, soweit dies erforderlich, so bekommt man einen sehr klaren Überblick über die Bauchhöhle, besonders über das evtl. mitverletzte Zökum und Colon ascendens mit seinem Mesenterium oder bei Freilegung der linken Niere über das Colon descendens und Sigmoideum. Die Wundversorgung der Niere bildet dann den ersten Teil der operativen Maßnahmen, welchem die Laparotomie folgt. Die Art der Verletzung und des Zustandes des Verletzten müssen die Richtschnur für die Wahl des Vorgehens bilden.

Bei subkutanen Verletzungen wird man nach gestellter Diagnose die Niere durch den Lumbalschnitt freilegen, wenn möglich den Nierenstiel mit einer federnden Zange wie bei der Nephrotomie abklemmen, um in Ruhe die Art der Verletzung übersehen zu können. Handelt es sich um Risse in der Niere, beispielsweise um einen größeren über dem Hilus entspringenden, bis tief in das Nierengewebe hineinreichenden Querriß, eine der typischen Formen der Nierenzerreißen, so wird man einen solchen durch tiefe Katgutnähte vereinigen, die Blutung stillen und dadurch das Organ erhalten können.

Findet man kleinere Teile der Niere, etwa an einem Pole abgerissen, und einen größeren in gutem Zustande und in Verbindung mit dem Hilus, so wird man den abgetrennten Teil entfernen und die Blutung durch Umstechung und Tamponade stillen. Findet sich weiterhin kein eigentlicher Nierenriß, aber das Becken verletzt, so kann man dieses spalten, ausräumen, tamponieren und dadurch die Erhaltung der Niere versuchen. Bei weitgehender Verletzung wird die Nephrektomie die sicherste und notwendigste Operationsmethode sein.

In allen Fällen wird es erforderlich sein, sich rasch durch breite Durchtrennung der Muskulatur und Fettkapsel dem Herd der Blutung zu nähern, die verletzte Niere freizulegen, um einen klaren Überblick über den vorhandenen Zustand desselben zu gewinnen und mit Entschlossenheit die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen. Genaue Regeln lassen sich selbstverständlich nicht angeben, und wird man sein Handeln stets nach den jeweiligen Verhältnissen richten müssen. Stillung der Blutung, bestmögliche Ableitung des nach außen tretenden Urins bei konservativer Behandlung; Nephrektomie, wenn das Organ nicht mehr zu retten.

Spätblutungen nach Nierenschüssen oder nach subkutanen Verletzungen infolge stumpfer Gewalteinwirkung, welche anfangs ohne Blutung und sonstige Symptome von seiten des Harnsystems verlaufen, bedürfen der Erwähnung.

Bei einem wegen Leber- und Magenschuß im Feldlazarett mit günstigem Verlaufe Operierten traten am 11. Tage heftige Blasenblutungen ein. Das Zystoskop ließ starke Blutung aus der rechten Niere erkennen, bei guter Funktion der anderen. Freilegung der linken Niere, schwere Verletzung durch fast vollständige Abreißung des Nierenbeckens. Umgebendes Gewebe in weiter Ausdehnung mit zersetztem Blute durchtränkt. Ureter mit Blutgerinnsel gefüllt, Übertritt des Blutes in die Blase unmöglich. Nephrektomie. Heilung. Bei derartigen Spätblutungen ist die Entfernung des Organs das sicherste Vorgehen. Ebenso ist bei Spätblutung nach anfänglich konservativer Behandlung durch Naht oder Tamponade von weiteren Versuchen, das Organ zu erhalten, abzusehen, und die Nephrektomie auszuführen.

#### e) Die Behandlung der Schußverletzungen der Harnleiter.

Diese allein oder kombiniert mit Verletzungen der Nachbarorgane sind, wie erwähnt, auch im Weltkriege wenig beobachtet. Spontanheilungen sind mehrfach erfolgt. So berichtet KÖRTE über 2 Ureterfisteln nach Gewehrschüssen, welche allmählich heilten; dieselben Erfahrungen haben wir bei 2 Fällen gemacht. Ein Durchschuß des linken Ureters mit Fistelbildung und Urinaustritt heilten nach wenigen Wochen.

Man wird sich also zunächst, wenn man den Verletzten mit noch vorhandener Fistel in Behandlung bekommt, bei Fehlen von Fieber oder entzündlichen Prozessen abwartend verhalten und erst später die betreffenden Maßnahmen treffen, da oft Spontanheilung eintritt.

Bei frischen Verletzungen des Ureters, besonders nach Granatverwundungen, empfehle ich, sofort den Harnleiter freizulegen und die Naht desselben, wenn möglich, zu versuchen. Erleichtert wird die Harnleiternaht durch Einlegen eines Ureterkatheters, welcher einige Tage liegenbleibt und den Urin durch die Urethra nach außen ableitet.

REHN jun. legte bei einem Granatschusse in die rechte Seite die Nierengegend frei, fand eine extraperitoneale Verletzung des Dickdarmes und des Ureters, etwa in der Mitte desselben. 24 Stunden nach der Verletzung kam der Verwundete in das Feldlazarett. Die Darmwunde wurde geschlossen und der querdurchtrennte Harnleiter Ende zu Ende durch die Naht vereinigt. Es trat primäre Heilung ohne Fistelbildung ein.

FRITSCH berichtet über einen Durchschuß des Ureters mit gleichzeitiger Verletzung des Rektums. Einschuß in der linken Unterbauchgegend, Ausschuß in der linken Gesäßbacke, aus welcher sich Harn und Kot entleerte; zeitweiser Schluß der Fistel. Operative Freilegung ergab Ureterverletzung tief im Becken, einige Zentimeter oberhalb des Eintritts in die Blase. Neueinpflanzung des Ureters in die Blase nach SAMSON-FRANZ. Heilung.

STUTZIEN beobachtete eine isolierte Harnleiterverletzung durch einen Gewehrsteckschuß. Es trat Fistelbildung und sekundäre Pyonephrose ein, welche später operativ geheilt wurde.

Bei einem durch Gewehrschuß links von der Beckenwirbelseite Verwundeten war kein Blut im Urin und Stuhl bemerkt. Abszeßbildung, Inzision. Der Verwundete kommt nach 8 Wochen in unsere Behandlung. Aus der Fistel entleert sich reichlich Eiter und Urin. Freilegung des Harnleiters in der alten Narbe. Derselbe ist verdickt und läßt sich bis in die Eiterhöhle im kleinen Becken verfolgen, wo er spindelförmig verschlossen endet. Seitliche Eröffnung des Ureters, Einlegen eines Harnleiterkatheters, es fließt kein Urin ab. Nephrektomie. Niere äußerlich normal, keine Hydronephrose, trotz Verschuß des Ureters. Multiple Abszesse, kaum noch funktionierend.



Ist eine primäre Naht wegen ungünstiger Wundverhältnisse nicht möglich, so wird man die Wunde tamponieren und eine spätere Vereinigung der Ureterenden oder Implantation bei genügender Länge in die Blase anstreben. Mitverletzungen der Bauch- und Brustorgane müssen in der geschilderten Weise, entsprechend der Art der Verletzung, behandelt werden.

Mehr und mehr habe ich, durch die zunehmende Erfahrung belehrt, ein frühzeitiges aktives Vorgehen in allen Fällen bevorzugt. Die klinischen Symptome und das Zystoskop gaben uns nicht immer ein einwandfreies Bild von dem Zustand der Niere. Die Verletzung der Niere nach Art und Ausdehnung kennenzulernen, ist nur durch die operative Freilegung möglich. Liegt der Verdacht einer Nierenverletzung vor, so kann nur auf chirurgischem Wege volle Klarheit geschaffen werden. Der Eingriff als solcher ist kein schwerer und gefahrloser, als das Zuwarten, zumal die Allgemeinnarkose, durch lokale oder paravertebrale oder Splanchnikusanästhesie vermieden werden kann. Auch die intravenöse Narkose hat sich uns bei uns ausgebluteten Verletzten sehr gut bewährt. Im allgemeinen wird man einer gut geleiteten Äthernarkose nach vorangegangener Morphinum-Skopolamin-Injektion den Vorzug geben.

Bei subkutanen, durch stumpfe Gewalt hervorgerufenen Nierenverletzungen sollte man sofort, nachdem die Diagnose durch den blutigen Urin oder die anderen bereits erwähnten Symptome gestellt ist, aktiv vorgehen; durch Freilegung der Niere die Art der Verletzung feststellen und sie zweckentsprechend chirurgisch behandeln.

REHN jun. legte bei einem Soldaten mit schwerer Kontusion der Niere, gefolgt von Blut im Urin und ernsten Störungen des Allgemeinbefindens, das Organ frei. Es fand sich ausgedehnte Blutung unter der Kapsel, Nierenrinde verletzt. Spaltung der Kapsel, Ausräumung der Blutgerinnsel, Tamponade, rasche Heilung.

Eine aktive konservative Behandlung, d. h. ein möglichst frühzeitiges chirurgisches Eingreifen durch Freilegung der betroffenen Niere bei allen Verwundungen, welche eine Mitverletzung derselben nach klinischem Befunde (blutiger Urin, Richtung des Schußkanals und die anderen erwähnten Symptome) sehr wahrscheinlich machen, erscheint mir die zweckentsprechendste. Das chirurgisch freigelegte, verletzte Organ gestattet uns einmal das einwandfreiste Urteil, welcher Art die Verletzung ist, und wird andererseits bei frühzeitiger Operation eine weitgehende konservative Behandlung der verletzten Niere durch die Naht, partielle Resektion u. a. leichter und erfolgreicher ermöglichen als später.

Auch die gefährlichen Spätblutungen, welche viele Tage, Wochen, ja Monate nach der Verwundung der Niere auftreten können, während im direkten Anschluß an dieselben sich kein Blut im Urin zeigt oder nur vorübergehend auftritt, werden durch die vorgeschlagene frühzeitige operative Freilegung der verletzten Niere oder des Harnleiters vermieden. Die möglichst frühzeitige operative Freilegung der getroffenen und als verwundet anzusehenden Niere oder des Harnleiters zeigt uns einwandfrei die Art und Ausdehnung der Verletzung, und gestattet uns in diesem Frühstadium eine viel sicherere konservative Behandlung, als dies durch Abwarten und später notwendig werdende, meist schwere Eingriffe möglich ist.

#### Literatur.

- Chirurgie im Felde. K. K. 2. Armeekommando. Braumüller, Wien — Leipzig 1918.  
 BAEZNER, Kriegsverletzungen der Harnorgane. Zeitschr. f. Urol. Bd. 13.  
 DANZIGER, Ein ungewöhnlicher Fall von Nierenzerreißung durch Granatsplitter. Berl. Klin. W. 1916 Nr. 7.

- DENKS, Zur Frühoperation der Nierenschüsse. Zeitschr. f. urol. Chir. Bd. 4.  
 FRITSCH, Ein Fall von Durchschuß des Ureters mit gleichzeitiger Verletzung des Rektums. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 35.  
 GAST, Nierenblutung durch Nierenerschütterung. D. Med. W. 1916 Nr. 38.  
 GRÜNBAUM, Über einen Fall von Nierenerschütterung. M. Med. W. 1916 Nr. 31.  
 HAIM, Über Schußverletzungen im Bereiche des Urogenitalapparates. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 3.  
 KÜMMELL, Chirurgische Operationslehre. BIER, BRAUN, KÜMMELL. Bd. 4 S. 301 ff.  
 — Nierenverletzungen usw. bei Soldaten. Berl. Klin. W. 1918 Nr. 32—33.  
 — Urologische Operationslehre. Voelcker & Wossidlo. S. 436.  
 KÜTTNER, Zur Blutstillung aus Nierenwunden. Zbl. f. Chir. 1917 Bd. 6.  
 LÄWEN, Schußverletzungen des Bauches und der Nieren. Ergebn. d. Chir. u. Orth. Bd. 10.  
 LICHTENSTERN, Einige Kriegsverletzungen der Urogenitalorgane. K. K. Ges. d. Ärzte, 5. 2. 15. M. Med. W. 1915 Nr. 10.  
 — Kriegsverletzungen der Niere. Wien. Klin. W. 1915 Nr. 42.  
 LOHNSTEIN, Die deutsche Urologie im Weltkriege. Zeitschr. f. Urol. Bd. 9 Nr. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.  
 MEISSNER, Verletzung der Niere durch Granatsplitter. Wissenschaftl. Abend im Reservelaz. Mergentheim, 12. 5. 16. Med. Korrespondenzbl. d. Württ. ärztl. Landesvereins 1916 Nr. 26.  
 NEUHÄUSER, Kriegsverletzungen am Urogenitaltraktus. Wissenschaftl. Abend d. Militärärzte d. Garnison Ingolstadt, 5. 12. 14. (Ref.: D. Med. W. 1915 Nr. 3.)  
 OEHLECKER, Ein Fall von Nierensteckschuß. Ärztl. Verein zu Hbg., 5. 6. 17. M. Med. W. 1917 Nr. 25.  
 PAULIKOWITSCH, Erfolgreiche Nierennaht nach Schußverletzung. Wien. Med. W. 1915 Nr. 28.  
 PFANN, Ein Fall von unilateraler Nierenblutung nach Schußverletzung. Feldärztl. Sitzg. im Feldspitale 4/13, 6. 4. 16. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 25.  
 POSNER, Verletzungen der Harn- und Geschlechtsorgane im Kriege. Zeitschr. f. ärztl. Fortbildg. 15. 6. 15.  
 PRIGL, Demonstration einer Schußverletzung der Blase und einer Schußverletzung des Ureters. K. K. Ges. d. Ärzte in Wien, 9. 6. 16. Wien. Med. W. 1916 Nr. 27.  
 STUZIN und GUNDELFINGER, Kriegsverletzungen des Urogenitalsystems. D. Med. W. 1915 Nr. 7.  
 THELEN, Über bemerkenswerte Nieren- und Blasenschußverletzungen. Zeitschr. f. Urol. 1916 Bd. 10 S. 3.

## 2. Verletzungen der unteren Harnwege und der Geschlechtsorgane.

Von Prof. Dr. OSKAR RUMPEL in Berlin.

Im Kriege Beratender Chirurg des III. A.-K.

Mit 12 zum Teil farbigen Abbildungen im Text.

Schußverletzungen der unteren Harnwege und Geschlechtsorgane gehören zu den verhältnismäßig seltenen Verwundungen. Genaue Zahlenangaben aus diesem Kriege sind zur Zeit nicht möglich, da die Heeressanitätsberichte nicht vorliegen. Wie häufig ungefähr diese Verletzungen im Verhältnis zu den Gesamtverwundungen vorkommen, konnte ich einmal zufällig durch eine Stichprobe erfahren.

Während der Versuche einer prophylaktischen Serumbehandlung der Gasphlegmone wurden sämtliche Verwundete eines bestimmten Frontabschnittes im Westen in bestimmten Zeiten genau und zahlenmäßig festgestellt. Während zweier Versuchsreihen von je 2 Monaten betrug die Gesamtzahl der Verwundeten 5371. Unter diesen befanden sich 2 Verletzte mit Blasenschuß (also etwa 0,04%), 3 mit Harnröhrenschuß und 3 mit Genitalschuß (je = 0,06%). Wieweit sich diese nur geringen Prozentzahlen verallgemeinern lassen, möchte ich dahingestellt sein lassen. Auffallend ist immerhin, daß sie mit den aus früheren Kriegen bekanntgewordenen Verhältniszahlen teilweise übereinstimmen. So berechnete OTIS (zitiert nach KIELLEUTHNER<sup>1)</sup>) im Nordamerikanischen Kriege die Häufigkeit der Blasenschüsse auf 0,05%, FISCHER im Kriege 1870/71 auf beinahe 0,06% und STEVENSON im Burenkriege auf 0,09%. Nach den von KÜTTNER<sup>2)</sup> zitierten Autoren sind dagegen die Verletzungen der Geschlechtsorgane in früheren Kriegen erheblich häufiger vorgekommen (0,5—0,6%).

In größeren Lazaretten und bei großen Kampfhandlungen häufen sich naturgemäß diese Verletzungen. So konnte ich z. B. in einer großen Kriegslazarettabteilung des Westens im Verlaufe von 6 Monaten unter 7250 Zugängen 5 Blasenschüsse, 4 Harnröhrenschüsse und 7 Genitalschüsse beobachten. Während des Serbischen Feldzuges fanden wir in Kragujevac 2500 Verwundete vor, darunter befanden sich 2 Blasenschußverletzte und 1 Harnröhrenschußverletzter. BÄTZNER<sup>3)</sup> behandelte während der Sommeoffensive in einem Feldlazarett innerhalb von 14 Tagen 3 Blasenschüsse und 1 Harnröhrenschuß.

Zahlreiche Mitteilungen und Arbeiten über das Thema aus diesem Kriege liegen vor. Eine ausgezeichnete Übersicht über die Literatur bietet das Referat von LOHNSTEIN<sup>4)</sup>: „Die Urologie im Weltkriege“.

Die Zahl der selbstbeobachteten Fälle, über die ich verwertbare Aufzeichnungen besitze, beträgt 39 (14 Blasenschüsse, 15 Harnröhrenschüsse und 10 Verletzungen der Geschlechtsorgane).

## A. Die Schußverletzungen der Harnblase.

### a) Pathologisch-anatomische Befunde.

Die Befunde bei Blasenschüssen sind verschieden, je nach der Art und Energie des Geschosses, nach der Schußrichtung und nach dem Füllungszustand der Blase. Was die verschiedenen Geschoßarten anlangt, so war unter 14 selbstbeobachteten Fällen von Blasenschüssen die Verletzung 6mal durch Infanteriegeschöß, 5mal durch Granatsplitter, 1mal durch Schrapnellkugel verursacht; in 2 Fällen war die Feststellung nicht möglich. KÖRTE<sup>5)</sup> beobachtete am häufigsten Infanteriegeschößverwundungen, während KIELLEUTHNER die Granatsplitterverletzungen vorherrschend fand. Natürlich beteiligen sich auch alle anderen Geschoßarten, Minen, Fliegerbomben usw., an diesen Verletzungen.

Kleinkalibrige Geschosse können auf mittlere Entfernung die Blase glatt durchschlagen.

Abb. 23\*) zeigt einen Blasendurchschuß durch kleinkalibriges (japanisches) Infanteriegeschöß. Der äußere kleine Einschuß lag rechts neben dem Kreuzbeine. Der Einschuß in die Blase befindet sich an der rechten Hinterwand in Gestalt eines kleinen Schlitzes, der Ausschuß am Scheitel ist 2 cm lang, ebenfalls rißförmig. Die Schleimhaut zeigt diffuse blutige Sugillationen. Das Geschöß wurde in der linken unteren Bauchhöhle gefunden. Patient starb am 4. Tage nach der Verwundung an Pneumonie (laut Protokoll des Armeepathol. 8).

Derartige kleine schlitzförmige Löcher pflegen sich vermöge der hohen Kontraktilität der Blasenwand ganz zusammenzuziehen, die verschiebliche und oft nur gering blutende Schleimhaut legt sich in einer Falte darüber und es sind somit die Bedingungen der spontanen Heilung durch eine Verklebung gegeben, vorausgesetzt, daß keine stärkere Füllung der Blase und Überdehnung ihrer Wände eintritt. Daß diese verhältnismäßig günstige Verletzungsart bei kleinkalibrigen Geschossen die Regel sei, läßt sich nach den Erfahrungen dieses Krieges nicht behaupten. Längere seitliche Aufrisse der Blasenwand durch Tangentialschüsse sind keine Seltenheit. Häufig wird das Mantelgeschöß durch Treffen der knöchernen Beckenwand abgelenkt und deformiert, und verletzt als Querschläger die benachbarte Blasenwand. So können, auch bei kleinem Einschuß in der Haut, große Löcher mit gequetschten Rändern und breite Eröffnung der Blase zustande kommen. Nahschüsse pflegen stets größere, unregelmäßige Wunden mit großem Defekt und ausstrahlenden Rissen zu hinterlassen.

In Abb. 24 ist das Sektionspräparat einer durch Nahschuß (Infanteriegeschöß) verletzten Blase dargestellt. Der äußere Einschuß befand sich über der rechten Gesäßhälfte, der Ausschuß am linken

\*) Die Präparate stammen aus der Kriegspathologischen Sammlung der Kaiser-Wilhelms-Akademie und sind mir in liebenswürdiger Weise von Herrn Medizinalrat Dr. Koch zur Verfügung gestellt worden.



Rippenbogen. Der lochförmige Blaseneinschuß liegt im Blasengrunde, hinter dem Trigonum, ist für den kleinen Finger durchgängig, die Schleimhaut ist vielfach eingerissen. Das größere Ausschußloch liegt oben in der hinteren Wand, ist für den Daumen durchgängig und zeigt etagenförmige, nach der Schleimhaut zu größer werdende Randdefekte; stärkere Blutungen unter dem peritonealen Überzug der Blase. Außer mehrfachen Darmverletzungen war die A. iliaca durchschossen. Der Verletzte wurde tot aufgefunden.

Beim kleinkalibrigen Geschoß überwiegen die Durchschüsse und Tangentialschüsse mit seitlicher Eröffnung, Steckschüsse sind seltener.

Schrapnellkugeln machen meist größere Löcher mit gequetschten Rändern und erheblichem Substanzverlust, häufig zeigt die Mukosa strahlenförmige Risse. Steckschüsse werden verhältnismäßig häufig beobachtet.

Granatsplitterschüsse verursachen je nach der Größe des Sprengstückes sehr verschiedenartige Verletzungen der Blasenwand. Kleine Splitter können günstigenfalls



Abb. 23. Blasendurchschuß. (Infanteriegeschoß.)  
(Aus der Kriegspathol. Sammlung der K.-W.-A.)

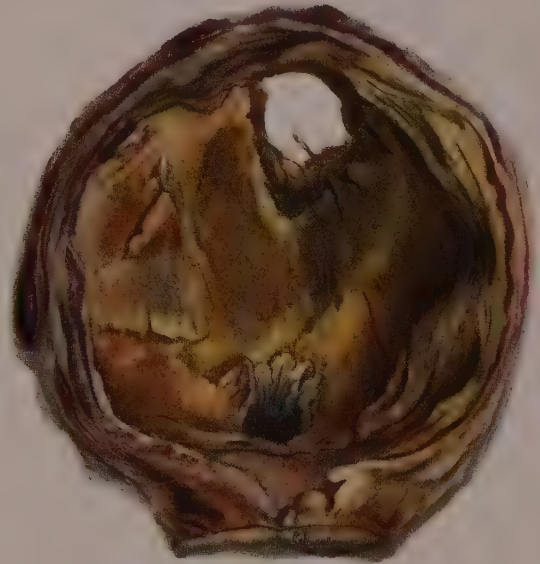


Abb. 24. Blasendurchschuß. (Nahschuß.)  
(Aus der Kriegspathol. Sammlung der K.-W.-A.)

kleine Spaltöffnungen der Wand hinterlassen, doch pflegen gewöhnlich die Wundränder durch die rotierende Kraft des unregelmäßig gestalteten Sprengstückes stärker gequetscht zu sein.

Abb. 25 zeigt eine von einem kleinen Minensplitter durchschossene Blase. Der  $\frac{3}{4}$  cm lange, 4 mm breite Stahlsplitter war an der linken Glutaealgegend eingedrungen. Der Einschuß in die Blase liegt am Fundus links hinter dem Trigonum, ist schlitzförmig und für eine Sonde durchgängig. Der Ausschuß befindet sich rechts oben an der seitlichen Blasenwand, für einen Bleistift durchgängig. Die Lochränder sind nekrotisch, in der Umgebung Blutungen in der Schleimhaut. Gleichzeitig bestanden mehrfache Darmverletzungen. Tod an Peritonitis am 3. Tage nach der Verwundung.

Bei derartigen Verletzungen kann es zwar infolge der Kontraktion der Blasenwand zur Verschließung der Wunde und vorläufigen Abdichtung der Blase kommen, doch besteht die Gefahr, daß infolge Nekrose der gequetschten Randteile der Urin erst nach Tagen aus der Perforationsstelle austritt. — Größere Granatsplitterschüsse können unregelmäßige, klaffende Löcher und lange Risse, grobe Sprengstücke ausgedehnte Zermalmung und Zermalmung der Blasenwand bewirken, meist pflegen schwerste Neben-

verletzungen damit verbunden zu sein. Neben Durchschüssen und Tangentialschüssen werden auch häufig Steckschüsse beobachtet.

Die gefüllte Blase bietet naturgemäß ein günstigeres Ziel wie die leer zusammengesunkene. Infolge der durch die Aufregung des Kampfes gesteigerten Urinsekretion befindet sich die Blase im Augenblick der Verletzung meist in gefülltem Zustande. Bei mäßiger Füllung verhindert — nach den bekannten Leichenversuchen — die hohe Elastizität der Wand eine Sprengwirkung, die bei übervoller Blase eintreten pflegt.

KIELLEUTHNER beschreibt den Obduktionsbefund einer durch Infanteriegeschosß am Scheitel verletzten und durch große Risse bis in den Fundus gebörsteten Blase, der als hydrodynamische Sprengwirkung aufgefaßt werden kann. Über 3 Liter blutig-urinöse Flüssigkeit wurden in der Bauchhöhle gefunden. Der Patient war einige Stunden nach der Verwundung gestorben.

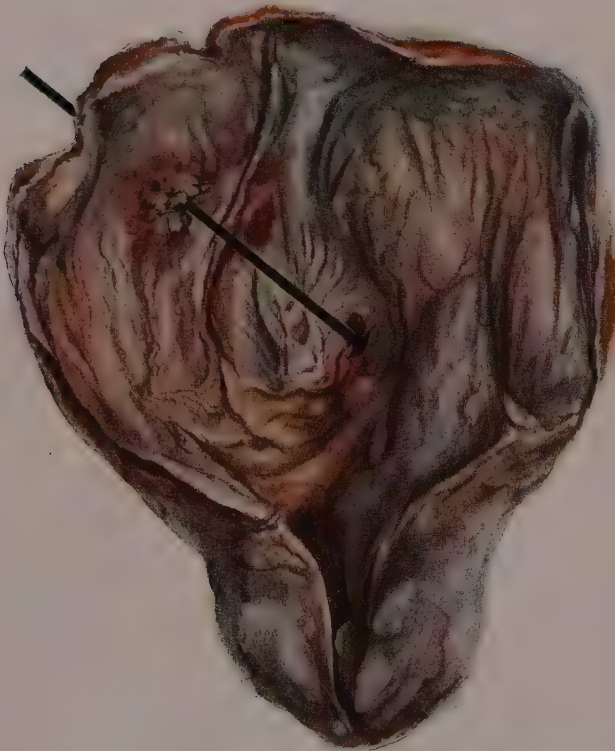


Abb. 25. Blasendurchschuß. (Granatsplitter.)

(Aus der Kriegspathol. Sammlung der K.-W.-A.)

Im allgemeinen kommen Durchschüsse und Tangentialschüsse häufiger vor als Steckschüsse. Nach eigener Beobachtung kamen auf 14 Blasenschüsse 7 Durchschüsse, 4 Tangentialschüsse, 3 Steckschüsse. Bei den letzteren kann das matte Geschosß entweder im Hohlraum der Blase oder auch in ihrer Wand steckenbleiben. In einem von mir operierten Falle von Blasensteckschuß fand ich ein französisches deformiertes Infanteriegeschosß, das neben dem Kreuzbein eingedrungen war und ein großes Loch in die hintere Blasenwand gerissen hatte, frei in der Blase liegend vor (Abb. 26). Häufiger wurden steckengebliebene Schrapnellkugeln und Granatsplitter in der Blase oder ihrer Wand festgestellt, worüber zahlreiche Mitteilungen vorliegen. Sie können zunächst als Fremdkörper symptomlos in der Blase liegenbleiben, führen aber meist früher oder später zu schweren Ent-

zündungen der Blasenschleimhaut und verhindern nicht selten den spontanen Schluß von Blasen fisteln.

Abb. 27 zeigt einen Granatsplittersteckschuß der Blase mit schweren zystitischen Veränderungen. Der Einschuß lag links neben der Symphyse, der linke horizontale Schambeinast war zersplittert. Der kleine Blaseneinschuß befand sich an der vorderen Wand vor der Harnröhre. In der Schleimhaut der hinteren Wand rechts von der Mitte sitzt ein erbsengroßer Granatsplitter. Lebhaftige Injektion der Blasenschleimhaut. Dicke hellbraune diphtherische Membrane auf derselben, besonders am Blasengrunde und der hinteren Wand (Patient starb später an Sepsis, ausgehend von schwerer Beinverletzung).

Neben vollständigen kommen auch unvollständige Durchtrennungen der Blasenwand vor, neben direkten auch indirekte Verletzungen. So können z. B. Streifschüsse nur die äußeren Schichten der Blasenwand verletzen. Stärkere Quetschung der zunächst nichteröffneten Wandteile kann nachträglich zur Nekrose und Perforation führen. Mehrfach beobachtet und beschrieben sind Blasenwandsteckschüsse ohne



primäre Eröffnung des Blasenhohlraumes. Derartige submukös gelegene Fremdkörper können ebenfalls langwierige und schwere Blasenentzündungen verursachen, ehe sie durch Eiterung in die Blase sich abstoßen. — Indirekte Verletzungen werden nicht selten durch abgeschossene Knochensplitter oder durch sonstige mitgerissene Fremdkörper verursacht. — Zu den unvollständigen Verletzungen der Blasenwand gehören auch Sprengungen der Schleimhaut durch Fernwirkung eines dicht an der Blase vorbeijagenden Geschosses. KIELLEUTHNER berichtet über derartige Befunde, die eine Sprengung der Schleimhaut des Fundus bei intakter Muskularis ergeben haben. Daß derartige Kontusionsverletzungen, wie sie auch bei Prellschüssen und stumpfen



Abb. 26. Blasensteckschuß. Blase durch Sectio alta eröffnet. Nach Ausräumung eines großen Blutgerinnsels sieht man ein unregelmäßiges Loch in der rechten hinteren Blasenwand, daneben das deformierte Geschöß. Nach einer Zeichnung im Felde. Eigene Beobachtung.

(Aus Bier-Braun-Kümmell, Chirurg. Operationslehre, 3. Aufl., Bd. IV.)

Bauchverletzungen beobachtet worden sind, vorkommen können, ist von praktisch-diagnostischer Bedeutung.

Das die Blase verletzende Geschöß kann von allen Richtungen und an den verschiedensten Stellen in den Körper eindringen. Häufiger als in der Unterbauchgegend fand ich den Einschuß an beiden Gesäßhälften, der Kreuzbein- und Dammgegend. Ein kleiner Einschuß ist oft schwer zu finden, namentlich wenn er dicht am After, oben an der Innenseite der Oberschenkel oder am Skrotum sich befindet.

Von der Richtung des Schußkanals hängt die Art und Zahl der Nebenverletzungen ab, die gerade beim Blasenschuß eine außerordentlich praktische wichtige Bedeutung haben. Am häufigsten wird der knöcherne Beckenring mitverletzt. Dieser natürliche Schutzwall, der sonst die Blase vor Verletzungen aller Art zu bewahren pflegt, hält die große Durchschlagskraft der modernen Geschosse nicht auf.



Neben glatten Durchschießungen des Beckens in allen Durchmessern kommen sehr häufig Splitterungen der verschiedenen Knochenabschnitte, besonders der Schambein- und Sitzbeinäste, vor. Transversalschüsse sind als besonders ungünstig zu betrachten, da sie häufig das Hüftgelenk verletzen. Mitgerissene Knochensplitter können beträchtliche Nebenverletzungen der Blase bewirken. Infolge der starken Gewebszertrümmerung zeigt der Schußkanal erhöhte Neigung zur Infektion und Jauchung. Manchmal sind Knochenfragmente in der Blase oder ihrer Wand steckengeblieben und haben zur späten Fistel- und Steinbildung geführt. — Was die Verletzung des Peritoneums anlangt, so gilt im allgemeinen die Regel, daß Schüsse des Blasenscheitels und der hinteren Wand die Bauchhöhle eröffnen, während die der vorderen und seitlichen Wand und des Fundus extraperitoneal verlaufen können. Da jedoch die Lage des Peritoneums mit dem Füllungszustand der Blase wechselt, kann die Schußrichtung allein nicht für eine etwaige Verletzung des Peritoneums maßgebend sein. Mit dem Höher-



Abb. 27. Blasensteckschuß. (Granatsplitter.)

(Aus der Kriegspathol. Sammlung der K.-W.-A.)

treten des mit dem Bauchfell verwachsenen Blasenscheitels hebt sich die vordere extraperitoneale Blasenwand über die Symphyse hoch, so daß ein oberhalb derselben die Bauchwand durchbohrendes Geschoß ohne Verletzung des Peritoneums die Blase eröffnen, während es bei leerer Blase und gleicher Schußrichtung die vordere Bauchhöhle und ihren Inhalt verletzen kann. Der peritoneale Überzug der Blase reicht hinten bis zur Plica recto-vesicalis Douglasii, die etwas oberhalb der Höhe der Ureterenmündungen liegt. Bei gefüllter Blase liegt also ein verhältnismäßig großer Abschnitt der hinteren Wand intraperitoneal. Sagittale Durchschüsse, die vorn extraperitoneal verlaufen, können also trotzdem hinten die Bauchhöhle eröffnen, was bei der Behandlung dieser Verletzungen ganz besonders zu berücksichtigen ist. — Mitverletzungen des Dünndarmes gehören nicht zu den Seltenheiten.

Nicht nur Schüsse des Blasenscheitels, sondern auch solche der hinteren Wand können Dünndarmschlingen treffen. Bei einem von mir beobachteten tödlich verlaufenen Falle war ein fast kleinfingerlanger Granatsplitter an der linken Gesäßhälfte eingedrungen, hatte die hintere Blasenwand oberhalb der linken Uretermündung aufgerissen und nach Eröffnung der hinteren Bauchfellausstülpung eine Dünndarmschlinge verletzt, in der er bei der Operation aufgefunden wurde. — Häufig wird auch der Mastdarm durch Blasenschüsse verletzt. Unter meinen Fällen fanden sich 3 Mastdarmverletzungen. Bei sagittaler Schußrichtung kann Blase und Mastdarm glatt durchschlagen werden, oder es können durch Schräg- oder Steilschüsse, die zwischen Blase und Mastdarm hindurchführen, beide Hohlorgane seitlich eingerissen werden. Verletzungen der hinteren Umschlagsfalte des Peritoneums, das die vordere Rektalwand etwa bis zur Höhe der Steißbeinbasis überzieht, sind in beiden Fällen möglich. — Daß auch Prostata, Samenblasen, Samenleiter und Endabschnitt der Ureteren bei derartiger Schußrichtung mitverletzt werden können, bedarf noch besonderer Erwähnung. — Durchschießungen großer Gefäße

komplizieren nicht selten Blasenschußverletzungen. Sie können zur Bildung großer retroperitonealer Hämatome, unter Umständen auch zu raschem Verblutungstode führen. Verletzungen der Hauptnervenstämme (z. B. des Ischiadikus in einem meiner Fälle) sind ebenfalls beobachtet worden.

Die unmittelbare Folge einer Eröffnung der Blase durch Schuß ist der Austritt von Urin und die Kontraktion der Blasenwand. Der Urin fließt entweder durch den Schußkanal frei nach außen ab oder er sucht — bei Verlegung des Schußkanals infolge Verziehung der durchbohrten Gewebsschichten — seinen Weg in die der Blase benachbarten freien Gewebsräume. Durch die nun wirkende Kontraktion der Blasenwand können sich, wie schon vorher erwähnt, kleine schlitzförmige Löcher so weit verschließen, daß zunächst kein Urin weiter ausfließt. Mit der zunehmenden Füllung der Blase wird natürlich dieser selbsttätige Verschuß wieder gefährdet. Größere klaffende Wunden mit gequetschten Rändern können auch durch kräftige Muskelkontraktion der Wand nicht so abgedichtet werden, daß das Heraussickern des Urins verhindert wird. Der ausfließende Urin kann sowohl in die Peritonealhöhle als auch in die paravesikalen Gewebsräume und auf dem Wege des Schußkanals auch in oberflächlichere Gewebsschichten eindringen. Geringere, auch in die Bauchhöhle eingeflossene Mengen sterilen Urins können resorbiert werden, ohne größeren Schaden anzurichten. Bei länger bestehender Urinabsonderung durch die Blasenwunde dagegen pflegt, begünstigt durch die mit dem Geschoß eingeschleppten Keime, eine Infektion des Schußkanals und der infiltrierten Gewebsräume einzutreten. Sie führt zur Peritonitis bzw. zur Urinphlegmone.

Der Weg, den die Urininfiltration nimmt, ist vorgezeichnet durch die neben der Blase befindlichen, mit lockerem Fett angefüllten Hohlräume (Abb. 28). Der prävesikale Hohlraum (Cavum Retzii) wird durch die eigentliche Blasenfaszie in einen oberflächlichen und tieferen Raum geschieden. Nach oben verlaufen beide Spalträume entsprechend dem Lig. vesicale et umbilicale zur vorderen Bauchwand bis zur Nabelhöhe, nach unten werden sie abgeschlossen durch die Faszie der Prostata mit dem dort liegenden Venengeflecht (Plexus vesico-prostaticus). Die Blasenfaszie umhüllt nicht die Blase im ganzen, sondern läßt den Scheitel frei, der nur vom Peritoneum bedeckt ist; hinten geht sie in die Fascia recto-vesicalis über, unten am Beckenboden in die Beckenfaszie (Abb. 29). Das Cav. R. steht nach beiden Seiten in freier Verbindung mit den paravesikalen Räumen. Sie liegen fest umgrenzt zwischen Blase und knöchernem Becken und reichen weit nach hinten bis zum Rektum, ihren Boden bildet die derbe Beckenfaszie. Die Urinphlegmone kann sich also zunächst nur in der Tiefe — zwischen Blasenwand und Blasenfaszie — bzw. subperitoneal entwickeln. Erst im weiteren Verlauf steigt sie durch die seitlichen bzw. vorderen Spalträume in die Höhe und gelangt an der vorderen Bauchwand an die Oberfläche. Der Hauptherd der Urinphlegmone liegt mit Vorliebe in den hinteren Nischen der paravesikalen Räume, von wo jeder natürliche Abfluß nach unten fehlt. Dies ist bei der Therapie (s. u.) besonders zu berücksichtigen. Die oberflächliche Urininfiltration dehnt sich häufig über große Gebiete des Körpers aus und kann gewaltige Anschwellungen des Hodensackes und Penis, der Damm- und Gesäßgegend usw. verursachen. Die Folge ist meist ausgedehnte brandige Gewebszerstörung.

#### b) Symptome und Verlauf.

Die Symptome des Blasenschusses wechseln in der Schwere der Erscheinungen je nach der Art der Verletzung der Blase und der Nachbarorgane. So können schwere Allgemeinerscheinungen, wie sie der Bauchschußverletzte zeigt, im Vordergrund stehen, sie können auch mehr oder weniger fehlen.

Was die örtlichen Erscheinungen anlangt, so pflegen gewöhnlich lebhaftere Schmerzen des Verletzten vorhanden zu sein. Sie werden in der Blasengegend empfunden und

strahlen besonders in Harnröhre und Hoden aus. Dabei besteht meist ein quälender Harndrang, ohne daß Urin entleert werden kann. Bei starkem Pressen werden manchmal einige Tropfen blutigen Urins aus der Harnröhre entleert. In anderen Fällen ist anfänglich die Harnentleerung nur wenig behindert. Die Bauchdecken sind meist gespannt, die Blasenegend ist auf Druck schmerzhaft.

Eins der wichtigsten objektiven Symptome der frischen Verletzung ist die Hämaturie. Sie kann mehr oder weniger stark auftreten, fehlt jedoch nie. Bei stärkerer Blutung können sich Gerinnsel bilden, die manchmal den ganzen Hohlraum ausfüllen.

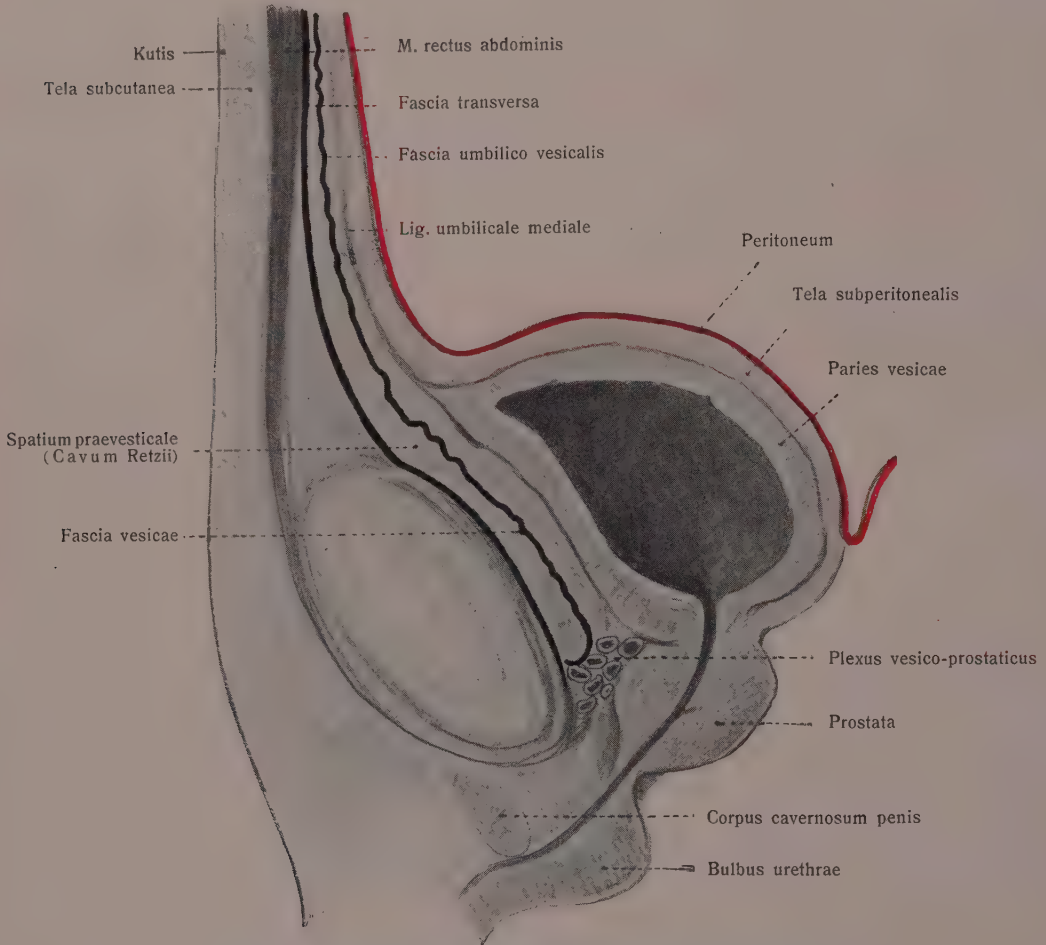


Abb. 28. Sagittalschnitt durch die Blase (nach WALDEYER).  
(Aus Bier-Braun-Kümmell, Chirurg. Operationslehre, 3. Aufl., Bd. IV.)

So fand ich in dem S. 117 erwähnten Falle als Inhalt der stark kontrahierten Blase ein apfelgroßes derbes Blutkoagulum und nach dessen Ausräumung ein Infanteriegeschloß frei im Fundus liegend, welches ein großes Loch in die hintere Blasenwand geschlagen hatte. Meist pflegt die Blutung von selbst bald nachzulassen. Ich habe mehrere Verletzte gesehen, deren Urin sich äußerlich kaum vom normalen unterschied, nach ihrer Angabe sei nur der zuerst nach der Verwundung entleerte Urin blutig gefärbt gewesen. Mikroskopisch ist jedoch immer Blut nachzuweisen. Bei gleichzeitiger Darmverletzung kann der Urin mit Kot vermischt und gashaltig sein.

Das Ausfließen von Urin aus dem Schußkanal ist das zwar sicherste, keineswegs aber ständige Zeichen einer Blasenverletzung. Ich habe es nur 6mal unter



14 Fällen beobachtet. Der Urin kann entweder gleich nach der Verwundung, in anderen Fällen erst nach Tagen aus dem Schußkanal heraus sickern. Ich habe Blasenschußverletzte mit mehrfachen Verwundungen gesehen, die 5 Tage und länger in gewohnter Weise Urin entleerten, bis dann die urinöse Durchtränkung der Verbandstoffe die eingetretene Perforation anzeigte. In solchen Fällen, die meist ungünstig verlaufen, pflegen nun erst stärkere subjektive Beschwerden (Tenesmen usw.) aufzutreten. Manchmal entleert sich der Harn nur bei Anwendung der Bauchpresse in einem feinen Strahl aus der Wunde. Ein solches Vorkommnis könnte, wie BARTELS<sup>6)</sup> bereits erwähnt, irrtümlicherweise als Symptom einer Harnröhrenverletzung angesehen werden, während es sich um eine Art von Ventilverschluß der Blasenwunde handelt. Urinabgang

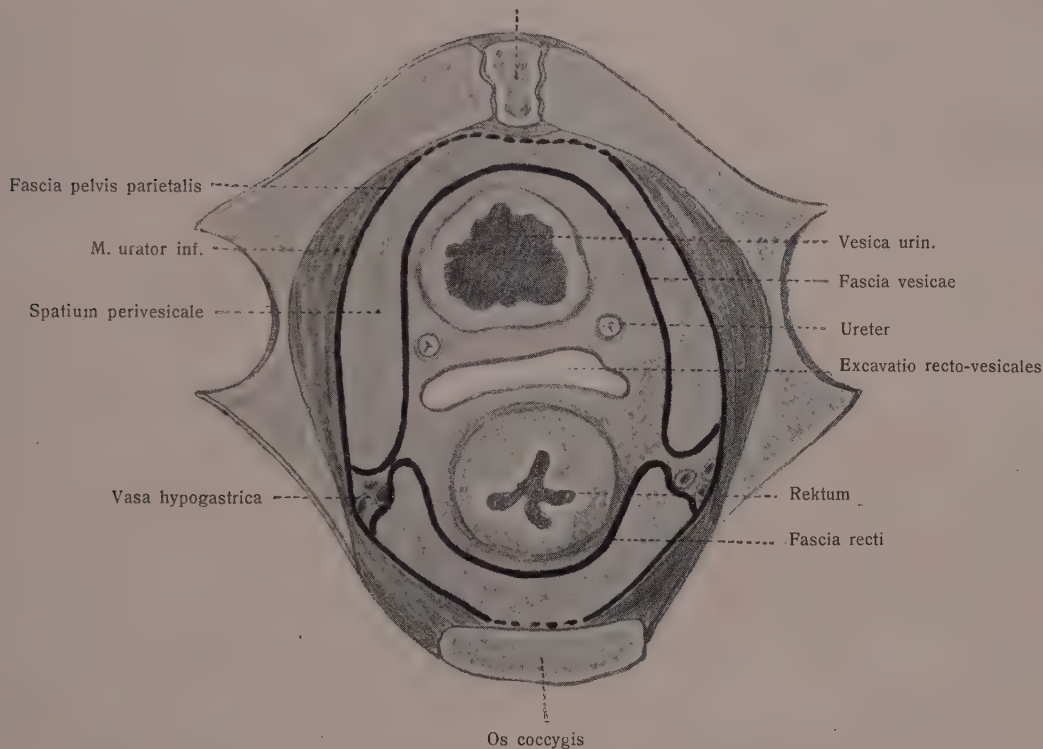


Abb. 29. Transversalschnitt durch das Becken (nach WALDEYER).  
(Aus Bier-Braun-Kümmell, Chirurg. Operationslehre, 3. Aufl., Bd. IV.)

aus dem After ist bei gleichzeitiger Verletzung des Mastdarmes nicht selten zu beobachten.

Die Blase ist meist leer oder doch nur wenig gefüllt, was häufig im charakteristischen Gegensatz zu dem vorhandenen Harndrang steht.

Neben diesen ersten Zeichen der frischen Verletzung machen sich bald andere Erscheinungen geltend, die den Folgen des weiteren Ausflusses von Urin aus der Blasenwunde und der eingetretenen Infektion entsprechen. Sie können sich stürmisch unter schweren Allgemeinerscheinungen abspielen oder einen schleichenden Charakter haben. Sind größere Mengen von Urin in die Bauchhöhle eingeflossen, so ist gewöhnlich der Leib aufgetrieben. An wechselnder Dämpfung der abhängigen Partien bei verschiedener Lage und Vorwölbung des Douglasschen Raumes ist der freie Flüssigkeitserguß in die Bauchhöhle zu erkennen. In der Regel machen sich — besonders bei vorhandenen Darmverletzungen — die Erscheinungen der diffusen Peritonitis bald bemerkbar. Die örtlichen Erscheinungen einer Urinperitonitis treten oft zurück hinter

den toxischen Allgemeinerscheinungen. ROST<sup>7)</sup> nimmt auf Grund experimenteller und klinischer Beobachtungen an, daß der Tod an Urämie erfolge, eine Ansicht, die von STUTZIN<sup>8)</sup> u. a. nicht geteilt wird. Ich selbst habe keinen Verletzten unter eigentlichen urämischen Erscheinungen sterben sehen. Nur selten kommt es zur Abkapselung des urinösen Exsudates und Abszeßbildung. Ausgang in Heilung ist nur in ganz seltenen Fällen beobachtet. Besonders bemerkenswert ist, daß die Peritonitis manchmal erst spät auftritt. Anfängliche Verklebungen oder Verstopfungen des Blasen-Bauchfell-Loches können sich wieder lösen oder es kann überhaupt erst nachträglich zur Perforation kommen.

Die Erscheinungen der perivesikalen Urinfiltration und -phlegmone treten meist ganz schleichend auf. Subfebrile oder leichtfebrile Zustände bei oft noch wenig gestörtem Allgemeinbefinden sind häufig die ersten Vorboten der sich langsam entwickelnden Urinfiltration des Beckenbindegewebes. Die Gesamtmenge des durch die Harnröhre entleerten Urins nimmt ab. Es bildet sich eine leichte Anschwellung der Unterbauchgegend, besonders zu beiden Seiten der Blase. Die Haut darüber beginnt sich bläulich-gelblich zu verfärben. Auf Druck pflegt die Gegend neben der Blase schmerzhaft zu sein. Bei zunehmender Infiltration fühlt man in der Tiefe Resistenz, auch läßt die verbreiterte Schalldämpfung bei leerer Blase keinen Zweifel mehr an der Ausbreitung des Prozesses. Die Anschwellung kann sich bis zur Nabelhöhe, nach abwärts bis zum Damm erstrecken, auch Skrotum und Penis können unförmig anschwellen und sich blaurot verfärben. Septische Allgemeinerscheinungen pflegen das klinische Bild der Urinfiltration zu vervollständigen. Tritt nicht rechtzeitig operative Hilfe ein, so gehen die Patienten meist schnell unter diesen Erscheinungen zugrunde.

Die sich selbst überlassenen Blasenschußverletzungen pflegen in der Mehrzahl der Fälle den geschilderten Verlauf zu nehmen. Nur in seltenen und besonders günstig liegenden Fällen kommt es zur spontanen Heilung. Die anatomischen Voraussetzungen der primären Verheilung einer Blasenwunde sind vorher geschildert. In anderen Fällen kann der Urin dauernd aus dem Schußkanal frei abfließen, ohne daß es zur Gewebsinfiltration kommt. Die Wunde beginnt zu granulieren und es entsteht eine Urinfistel, die sich zwar spontan schließen, jedoch auch Monate und Jahre hindurch bestehen bleiben kann. Meist handelt es sich in solchen Fällen um chronische Eiterungen der Blasenwand und der paravesikalen Räume, die durch Fremdkörper (Geschoßteile, Tuchreste, Knochensplitter usw.) unterhalten werden.

### c) Diagnose.

Die Diagnose des frischen Blasenschusses ist im allgemeinen nicht schwer und ergibt sich aus den vorher geschilderten Symptomen. Bestehen Zweifel über etwaige Hämaturie und kann der Patient nicht spontan urinieren, so ist vorsichtig ein Nélaton-Katheter einzuführen. Ist die Blasenwand perforiert, so wird meist nur wenig blutiger Urin entleert. Man begnüge sich mit der Feststellung und vermeide ein tieferes Eindringen des Katheters — wegen der Gefahr, durch das Blasenloch in die Bauchhöhle zu gelangen — und alle weiteren Manipulationen, wie Spülungen, um die natürliche Kontraktion der Blase nicht zu stören. Auch die Zystoskopie ist in diesem Stadium für gewöhnlich nicht angezeigt. War die Blase prall gefüllt und entleert sich durch den Katheter reichlicher blutiger Urin, so ist mit der Möglichkeit einer einfachen Kontusionsverletzung der Blasenschleimhaut (s. o.) zu rechnen, sofern nicht eine andere Quelle der Blutung in den höheren Harnwegen in Betracht kommt.

Schwieriger kann oft die praktisch-wichtige Feststellung sein, ob es sich um eine intra- oder extraperitoneale Verletzung handelt. Bei der ersteren ist gewöhnlich der Darm an einer oder an mehreren Stellen mitverletzt. Daß die Schußrichtung allein für eine Verletzung des Bauchfelles nicht immer maßgebend ist, ist schon vorher dargelegt. Mehr Gewicht ist auf die allgemeinen und örtlichen Erscheinungen, wie sie der Bauchschußverletzte zeigt (große Hinfälligkeit, ängstlicher Gesichtsausdruck, trockene

Zunge, kleiner und frequenter Puls, Aufstoßen und Erbrechen, starke Schmerzen, eingezogene und gespannte Bauchdecken bei kostaler Atmung) zu legen. Ist gleichzeitig die Blase leer oder mit nur wenig blutigem Urin gefüllt und läßt sich freie Flüssigkeit im Bauchraum nachweisen, so erscheint die Diagnose des intraperitonealen Blasenschusses sicher. — Sind die Erscheinungen aber nicht so ausgesprochen, so kann man wenigstens einige Stunden abwarten und den Verletzten beobachten, bis er sich von der Schockwirkung, die auch beim extraperitonealen Blasenschuß eine erhebliche sein kann, erholt hat. Bei intraperitonealer Verletzung werden dann bald die peritonitischen Zeichen deutlicher hervortreten. — Demnächst wird festzustellen sein, was für die Beurteilung des Falles ebenfalls von großer Bedeutung ist, ob der knöcherne Beckenring durchschossen ist. Wenn das auch häufig schon aus der Schußrichtung hervorgeht, so ist doch eine Röntgenaufnahme unerläßlich, weil nur sie uns über die Art der Knochenverletzung (glatter Durchschuß oder Splitterung und etwaige Dislokation der Fragmente) genaueren Aufschluß gibt. Außerdem ist die Röntgenuntersuchung notwendig, um die Lage steckengebliebener Geschoßteile zu erkennen. — Die Mitverletzung des Mastdarmes wird, wie schon erwähnt, meist durch Abgang von Urin und Blut aus dem After erkannt. Auch kann im Blasenurin — wie ich dies beim Katheterisieren in einem Falle beobachtete — Kot und Gas enthalten sein. Ob die Verletzungsstelle der Darmwand mit dem Finger zu tasten ist, hängt von der Lage und Größe der Wunde ab. Kleine Schlitzwunden, über die sich die faltige Rektalschleimhaut legt, können dem tastenden Finger leicht entgehen. Man wird daher besser die Rektoskopie zu Hilfe nehmen.

Daß die Zystoskopie im allgemeinen zur Diagnose der frischen Verletzung nicht erforderlich ist, wurde bereits erwähnt. Kontraindiziert ist sie nur beim intraperitonealen Schuß. Besteht keine zu starke Blutung, so kann sie sonst wohl mit der nötigen Vorsicht ausgeführt werden, um ein vorhandenes Geschoß oder die Lage einer Schußöffnung festzustellen, zumal wenn eine Operation gleich angeschlossen wird. Unter Umständen kann die Zystoskopie auch differential-diagnostisch gute Dienste leisten, z. B. bei Verdacht auf Ureterverletzung. Besonders wertvoll ist sie in allen späteren Stadien der Verletzung. Zahlreiche Mitteilungen liegen aus der Kriegsliteratur vor, nach denen alle möglichen Geschoßarten und Fremdkörper, Knochensplitter u. dgl. frei in der Blase oder in ihrer Wand steckend zystoskopisch nachgewiesen sind. Ich selbst sah in einem Falle einen Granatsplitter der Blasenwand als Ursache einer lange bestehenden paravesikalen Eiterung und Blasenfistel. Läßt sich bei bestehender Blasenfistel die Blase nicht füllen, weil die Spülflüssigkeit aus der Fistel ausfließt, so führt man am besten das Zystoskop durch die Fistel selbst in die Blase ein.

#### d) Therapie.

Die Behandlung des Blasenschusses erstrebt die möglichst baldige Schließung der Blasenwunde und die dauernde freie Ableitung des Urins aus der Blase, um das Einfließen von Urin in die paravesikalen Gewebsräume oder in die Bauchhöhle mit seinen verhängnisvollen Folgen zu verhüten. Ob dieses Ziel durch rein konservative Maßnahmen unter Ausnutzung der natürlichen Heilungsvorgänge erreicht werden kann, oder ob operative Eingriffe hierzu erforderlich sind, bedarf für jeden Fall sorgfältiger Prüfung. Die Wahl der Behandlung hängt ab von der jeweiligen Verletzungsart der Blase und vor allem von den mannigfaltigen Nebenverletzungen, ferner von der seit der Verwundung verflossenen Zeit und schließlich auch von den äußeren Umständen im Felde.

Nach den Erfahrungen dieses Krieges verlangt der extraperitoneale Blasenschuß häufig, der intraperitoneale fast immer eine operative Behandlung. Die Voraussetzungen der rein konservativen Behandlung sind im allgemeinen seltener vorhanden.

Bei glattem, extraperitoneal verlaufendem Schußkanal und kleinen Lochschüssen der Blase durch kleinkalibriges Geschoß ohne erhebliche Nebenverletzungen



kann, wie zahlreiche Erfahrungen im Felde dargetan haben, allein durch gute Ableitung des Harnes mittels Dauerkatheters vollständige und schnelle Heilung der Blasenwunden eintreten. Die Art und Weise, wie der natürliche Heilungsvorgang zustande kommt, ist vorher geschildert worden. Voraussetzung dieser Behandlung ist ferner, daß nur wenige Stunden nach der Verwundung verstrichen — über Ausnahmen s. u. — und noch keine Zeichen einer Infektion des Schußkanales vorhanden sind. Auch darf keine stärkere Blutung aus der Blasenschleimhaut bestehen. Endlich muß — für die Feldpraxis von Wichtigkeit — dauernde Ruhe und ärztliche Überwachung des Verletzten gewährleistet sein. Nur wenn alle diese Bedingungen erfüllt sind, hat die konservative bzw. abwartende Behandlung Aussicht auf Erfolg. Die Hauptsache bei dieser Methode ist, daß der Urin dauernd aus dem gutliegenden Katheter frei abtropft. Ob zweistündliches Katheterisieren dem Verweilkatheter vorzuziehen sei, möchte ich bezweifeln. Das häufige Einführen des Katheters beeinträchtigt den Ruhezustand der Blase, bringt immer neue Infektionsmöglichkeiten mit sich und ist in der Feldpraxis noch schwieriger durchzuführen wie eine gute Überwachung des liegenden Katheters. Sobald der Katheter nicht mehr regelmäßig tropft, ist durch vorsichtiges Durchspülen etwaige Verstopfung zu beseitigen oder der Katheter zu erneuern. Während der Behandlung ist besonders auf die Zeichen einer sich etwa entwickelnden Urininfektion zu achten (s. o.). Gegebenenfalls ist mit der Freilegung des Schußkanales bzw. der paravesikalen Räume nicht zu zögern. Bei glattem Verlauf pflegen kleine Blasenwunden etwa innerhalb 8 Tagen zu verheilen, so daß dann der Urin wieder spontan entleert werden kann. Die Vernarbung derartiger Wunden ist eine so gute, daß zystoskopisch schon nach kurzer Zeit keine Spur der Verletzung mehr nachzuweisen ist.

Ist vom Augenblick der Verletzung an der Urin dauernd aus dem Schußkanal frei herausgeflossen, so ist dies im allgemeinen als kein ungünstiges Zeichen anzusehen. In solchen Fällen kann — bei günstig liegendem Schußkanal — ein Dauerkatheter überraschend schnelle Heilung bringen, auch wenn bereits Tage nach der Verwundung verstrichen sind.

Ich sah in einem Feldlazarett während einer Großkampfsperiode folgenden Verlauf: Einschuß (Infanteriegeschuß) innen an der rechten Leistenbeuge, Ausschuß rechte Gesäßhälfte über dem Sitzbeine. Der Ausschuß, aus dem sich Urin entleerte, war gespalten worden, das Sitzbein war verletzt. Eine weitere Behandlung hatte nicht stattgefunden, der Urin floß dauernd aus der Ausschußwunde frei ab; anfängliche Temperatursteigerungen waren nach 6 Tagen abgefallen. Am 12. Tage bekam ich den Patienten in Behandlung und legte einen Dauerkatheter ein. Der Urinausfluß aus der Wunde hörte sofort auf. Nach 6 Tagen probeweise Entfernung des Katheters. Patient urinierte spontan, ohne daß Urin aus der Fistel trat. Darauf schnelle Heilung.

Ähnliche Beobachtungen sind auch von anderen Autoren mitgeteilt.

Bei Granatsplitterverletzungen, auch wenn es sich um kleinere Sprengstücke handelt, und besonders bei ungünstig, z. B. quer durch das Becken verlaufendem Schußkanal kann dagegen die konservative Behandlung verhängnisvoll werden, wofür folgendes Beispiel dienen möge.

Einschuß (Granatsplitter) in der rechten Inguinalgegend, durch kleinfingerlange Inzision gespalten; Ausschuß aus der Außenseite der linken Hüftgegend. Aus der Einschußwunde entleert sich Urin. Keine peritonitischen Erscheinungen, auch sonst kein schwerer Allgemeinzustand. Bald nach der Verwundung ist ein Dauerkatheter eingelegt, der zuerst gut funktioniert. Aus dem Einschuß ist kein Urin mehr ausgeflossen. Am 7. Tage steigt die Temperatur hoch, aus beiden Schußwunden sickert Urin. Sofortige Freilegung der Blase, die klein und geschrumpft ist. Perivesikales Ödem. Eröffnung der Blase. Drainage nach oben. Trotzdem Fortschreiten der Urinphlegmone. Patient geht nach 8 Tagen septisch zugrunde.

Ein Nachteil der konservativen Behandlung ist, daß der Erfolg stets von Zufälligkeiten (Verstopfung des Katheters durch Gerinnsel oder Verschieben und Unachtsamkeit des Pflegepersonals) abhängig ist. Häufiger angezeigt erscheint daher auch

beim extraperitonealen Blasenschuß die primäre operative Freilegung der Blase mit nachfolgender Naht oder Drainage, die zur Regel wird bei allen komplizierteren Verletzungen, bei größerem Schußkanal, bei stärkerer Blutung und bei Verdacht auf beginnende Infektion sowie bei bevorstehendem weiteren Transport des Verletzten.

Unmittelbar vor der Operation wird ein Katheter in die Blase eingeführt. Vorsichtige Füllung der Blase mit Kochsalzlösung erleichtert zwar die Freilegung, ist aber nicht immer angezeigt und unter Umständen erst während der Operation vorzunehmen. Die Freilegung der Blase erfolgt für gewöhnlich von oben in der üblichen Weise durch suprasymphysären Längs- oder Querschnitt oder bei seitlicher Schußrichtung auch durch einen Schrägschnitt (wie zur Unterbindung der A. iliaca), der durch den betreffenden Rektus bis zur Mitte verlängert werden kann. Auf diese Weise wird es immer gelingen, extraperitoneal die Vorder- bzw. Seitenwand der Blase gut zugänglich zu machen. Der seitliche Schnitt empfiehlt sich besonders bei bereits infiziertem Schußkanal und namentlich bei Zertrümmerung der horizontalen Schambeinäste, um eine breite Offenhaltung des Schußkanals zu bewirken. Bei Eröffnung des prävesikalen Raumes findet man gewöhnlich eine blutig-urinöse Durchtränkung des lockeren Fettgewebes, manchmal sprudelt auch der Urin beim stumpfen Durchtrennen des Gewebes aus der Tiefe hervor.

Ist man im Zweifel über etwaigen intraperitonealen Verlauf des Schußkanals, so kann man das Peritoneum oberhalb seiner Umschlagsfalte durch kleinen Schnitt eröffnen. Zeigt die Bauchhöhle keinen verdächtigen Inhalt, so wird die Inzisionswunde durch Naht wieder geschlossen. Die Auffindung der verletzten Stelle der Blasenwand kann schwierig sein, wenn die Blase stark kontrahiert ist. Man versuche die Blase durch den Katheter zu füllen und kann bei leichtem Druck auf die Kuppe die Flüssigkeit herausquellen sehen. Ist die verletzte Stelle freigelegt und handelt es sich nur um ein kleines Loch, so denke man stets an die Möglichkeit einer zweiten Öffnung, unter Berücksichtigung der Schußrichtung. Tangentialschüsse machen meist längere Rißwunden. Besteht Verdacht auf einen Steckschuß der Blase, so taste man mit dem Finger durch die evtl. erweiterte Schußöffnung den Hohlraum ab, um ein vorhandenes Geschoß dann zu entfernen. Frische Blasenwunden der vorderen oder seitlichen Wand werden in der üblichen Weise mittels doppelreihiger Katgutknopfnähte — am besten zwischen zwei durch die Endpunkte des Risses gelegten Fadenzügeln — evtl. nach Abtragen gequetschter Randpartien verschlossen. Nach Vernähung der Blasenwunde wird ein gutliegender Dauerkatheter eingeführt, der prävesikale Raum wird stets drainiert. Ist die Verletzung nicht mehr ganz frisch, so wird die Blasennaht meist nicht halten. Für diese Fälle ist es zweckmäßig, gleich von vornherein ein Gummirohr in die bis auf das Rohr zugenähte und an den Rektusrändern fixierte Blase einzuführen und zwecks Heberdrainage aus der Bauchdeckenwunde herauszuleiten.

Ist die Blasenwunde nicht von außen aufzufinden, so wird die Blase durch den hohen Schnitt (oder bei einem Durchschuß nach Erweiterung der vorderen zutage liegenden Schußöffnung) eröffnet und nach Auseinanderspreizen der Wände mittels geeigneter Haken von innen untersucht. Bei Verwundung des Fundus achte man stets auf die Uretermündungen, in die unter Umständen Ureterenkatheter eingeführt werden. Der Verschuß der Blasenwunde ist auch im Fundus für gewöhnlich bei guter Assistenz nicht schwierig und erfolgt durch Katgutknopfnähte. Die Sectio-alta-Wunde kann bei frischen, kleinen Verletzungen durch Naht geschlossen werden, doch ist es bei komplizierteren Verletzungen ratsamer, eine Heberdrainage, wie oben beschrieben, vorzunehmen. Ist schon geraume Zeit seit der Verwundung verstrichen, so ist durch Inzision vom Damm oder Gesäß — evtl. unter Erweiterung des Schußkanals — ein freier Abfluß des etwa ausgesickerten Urins und des Wundsekrets nach hinten zu schaffen. Die Ableitung des Urins mittels eines durch den Schußkanal in die Blase eingeführten Gummirohres ist im allgemeinen nicht zu empfehlen. Bei der meist vor-



handenen Gewebsertrümmerung wirkt ein längere Zeit liegendes Rohr nur ungünstig ein und verhindert den erwünschten spontanen Abschluß der Blasenwunde gegen den infizierten Schußkanal, der durch eine im Gesunden angelegte künstliche Blasenfistel gefördert wird.

Sitzt die Verletzung am Blasenhals, so ist meist eine Naht nicht auszuführen. Es empfiehlt sich Eröffnung der Blase durch den hohen Schnitt und Ableitung des Urins durch Heberdränage. Gleichzeitig muß stets durch Inzision vom Damm für gute Ableitung des Wundsekrets gesorgt werden. Bei diesen Verletzungsarten kann man auch die Dränage der Blase durch einen perinealen Harnröhrenschnitt vornehmen. Die perineale Blasendränage ist in neuerer Zeit mehr zurückgetreten zugunsten der suprapubischen. Die Urinableitung läßt sich nach beiden Methoden gleich gut durchführen, auch schließen sich für gewöhnlich später beide Wunden gleich gut, doch hinterläßt die perineale Fistel stets eine Harnröhrenstriktur, die zu ihrer Heilung längerer Bougiebehandlung bedarf.

Ist die Diagnose auf intraperitoneale Blasenverletzung sichergestellt, so ist in der Regel die sofortige Operation angezeigt. Nur ganz selten wird durch ein Geschöß die Bauchhöhle ohne gleichzeitige Darmverletzung eröffnet, und nur in ausnahmsweise günstig liegenden Fällen kann die Peritonitis ausbleiben.

Das operative Verfahren beim intraperitonealen Blasenschuß unterscheidet sich grundsätzlich nicht von dem im Frieden üblichen. Nach Eröffnung des Peritoneums durch Medianschnitt vom Nabel abwärts bei Beckenhochlagerung wird zunächst nach Verletzungen der Därme, des Mesenteriums usw. gesucht. Nachdem diese in entsprechender Weise durch Übernähen bzw. durch Resektion versorgt sind, wird die Bauchhöhle, namentlich das kleine Becken, durch Austupfen bzw. durch Spülung von blutig-urinösem oder kotigem Inhalt gereinigt und durch große Kompressen vorläufig von der verletzten Blasenwand isoliert. Nunmehr wird die Perforationsstelle der Blase aufgesucht und freigelegt. Einfache frische Wunden des Scheitels werden in üblicher Weise doppelreihig vernäht, über die Nahtlinie wird das Peritoneum evtl. unter Verlagerung genäht. Die Bauchhöhle wird stets ganz geschlossen, nur in den prävesikalen Raum wird ein Drän gelegt. In die Blase kommt ein Dauerkatheter. Ist ein Blasenloch nicht von außen zu finden, so wird die Blase durch den hohen Schnitt eröffnet und dann so — wie vorher beschrieben — verfahren. In solchen Fällen wird am besten nachher die Heberdränage der Blase angewandt, die überhaupt bei allen nicht mehr ganz frischen und schweren Verletzungen zu empfehlen ist. Das Peritoneum dagegen soll weder tamponiert noch drainiert werden.

Handelt es sich um einen frischen Blasen-Mastdarm-Schuß, so sind die Verletzungsstellen freizulegen und nach Möglichkeit zu vernähen. Die Blase muß durch den hohen Schnitt eröffnet werden, um die Wunde des Fundus zu vernähen. Nachfolgende Dränage durch die Sectio-alta-Wunde ist stets angezeigt. Kleine Schußlöcher des Rektums, die dicht oberhalb des Afters sitzen, können nach Sphinkterdehnung von innen genäht werden. Unter Umständen kann auch der Weg zur Freilegung der hinteren Blasenwand durch das Cavum ischiorectale von einem parasakralen Schnitt aus benutzt werden, wie er von VOELCKER zur Operation der Samenblasen angegeben ist. Bei diesem Vorgehen kann auch gleichzeitig der extraperitoneale Abschnitt des Rektums freigelegt werden, so daß ein dort befindliches Loch von außen genäht werden kann. Ob die Naht möglich ist, richtet sich nach Art und Größe der Wunde. Gelingt sie nicht, so ist wenigstens durch die erfolgte Freilegung die beste Dränage des Schußkanals gewährleistet. Bei schweren und nicht mehr frischen Verletzungen, die zur Kloakenbildung und Jauchung geführt haben, ist unbedingt die Anlegung eines Anus praeternaturalis zu empfehlen.

Die Erfahrung im Felde hat gelehrt, daß kleine „komplizierte“ Mastdarmverletzungen spontan ausheilen können, sobald für gute Ableitung des Urins aus der Blase und genügende Spaltung des Schußkanals vom Damm aus gesorgt ist. KÖRTE<sup>9)</sup>



empfiehlt nach dem Vorgange von WILMS d. Ä. außer der perinealen Blasendränage, die er bei diesen Fällen bevorzugt, eine Spaltung des Sphinkters in der Mittellinie, um die Stagnation von Kot und Urin im Mastdarm zu verhüten. Der Sphinkterschnitt soll im allgemeinen gut verheilen, ohne Inkontinenz zu hinterlassen. Das Verfahren ist nach ZUCKERKANDL<sup>10)</sup> bereits im Kriege 1870/71 mit Erfolg von SIMON angewandt worden.

Aus diesen im allgemeinen und im einzelnen gegebenen Richtlinien über das zweckmäßigste operative Verfahren bei den verschiedenen Arten von Blasenschüssen geht hervor, daß in der Feldpraxis nicht so sehr die Ausführung der primären Naht über das Wohl und Wehe der Verletzten entscheidet, sondern vielmehr die Maßnahmen, die getroffen werden, um erstens den Urin aus der Blase gut abzuleiten und zweitens eine ausgiebige Freilegung der die Blase umgebenden Gewebsräume herbeizuführen, um der stets drohenden Urininfiltration und Phlegmone vorzubeugen.

Von diesem Gesichtspunkte aus kann man auch FRANZ<sup>11)</sup> zustimmen, wenn er mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse der ersten Wundversorgung im Felde für nur einfache, leicht ausführbare Eingriffe eintritt und bei jedem Blasenschuß grundsätzlich die Freilegung des Cavum Retzii mit nachfolgender Blasendränage fordert.

Ist es bereits zur Urininfiltration und Phlegmone gekommen, so sind sehr energische Eingriffe erforderlich, um die infizierten Gewebsräume freizulegen und dem Wundsekret sicheren Abfluß zu verschaffen (über die Ausbreitungswege der Urininfiltration s. S. 119). Zur Spaltung der oberflächlichen Phlegmone sind große Hautschnitte entsprechend der Ausdehnung des Prozesses in den Bauchdecken, am Skrotum, Damm usw. zu machen. Das Cavum Retzii ist durch suprasymphysären Längs- oder Querschnitt zu eröffnen. Auch seitliche Schnitte evtl. mit Rektusspaltung können z. B. bei Zertrümmerung der Symphyse angewandt werden. Erfahrungsgemäß genügt bei fortgeschrittenem Prozeß nicht die alleinige Dränage der paravesikalen Räume von oben her. Es kommt zur Stagnation und Eiterverhaltung in den tief nach hinten gelegenen Nischen der paravesikalen Räume. Es ist daher für geeignete Ableitung nach hinten zu sorgen. Zu diesem Zwecke wird entweder (in Steinschnittlage) der Damm mittels Median- oder Bogenschnittes gespalten und — wie bei der perinealen Prostatektomie — die Prostata freigelegt. Nunmehr Ablösung der Prostata vom Rektum und Spaltung der tiefen Beckenfaszie, nach deren Eröffnung die hinteren seitlichen Räume zur Dränage zugänglich sind. Oder man wählt den Weg durch das Cavum ischio-rectale mittels eines parasakralen Schnittes, der sich besonders bei gleichzeitiger Splitterung des Sitzbeines empfiehlt. Ich selbst habe dieses Verfahren mehrfach bei paravesikalen Abszessen mit Erfolg angewandt. Am besten zieht man lange und dicke Gummidräns mittels einer Kornzange von der suprasymphysären Wunde bis zur Gesäßwunde hindurch. Häufig gibt der Verlauf des Schußkanals, der breit zu spalten ist, den Weg an, um an die retrovesikalen Räume zu gelangen.

Natürlich ist in allen diesen Fällen eine direkte Ableitung des Urins aus der Blase, wie oben beschrieben, stets erforderlich.

Was den Verlauf nach Operation einer Blasenschußverletzung anlangt, so ist derselbe bei unkomplizierten Fällen in der Regel ein günstiger. Wenn die Blasen-naht nach einigen Tagen undicht wird, wie das gelegentlich vorkommt, so sickert etwas Urin aus dem im prävesikalen Raum liegenden Dränrohr ab, ohne weiteren Schaden zu tun. Meist schließt sich die kleine Nahtlücke in wenigen Tagen. Bei den von vornherein dränierten Fällen läßt man das Blasendrän fort, wenn die Wunden gute Granulationen zeigen, was nach 8—14 Tagen der Fall zu sein pflegt. Man legt dann einen Dauerkatheter ein, die Blasenfistel heilt für gewöhnlich schnell zu.

Schwere Nebenverletzungen und bereits bei der Operation vorhandene Urininfiltration beeinträchtigen leider sehr häufig einen so günstigen Verlauf. Bei den intraperitonealen Schüssen entscheiden meist die vorhandenen Darmverletzungen das Schicksal der Verletzten sehr bald. Auch bei frühzeitiger Operation ist die Mehrzahl

der Verwundeten dem Tode geweiht. Bei den extraperitonealen Verletzungen verhindern am häufigsten schwere infektiöse Prozesse, die vom verletzten knöchernen Becken ausgehen, die Heilung. Es entstehen tiefe Phlegmonen des Beckenbindegewebes, die noch nach Wochen und Monaten zum tödlichen Ausgang führen können.

Blasenfisteln können auch nach operativ behandelten Fällen manchmal zurückbleiben. Sie münden entsprechend dem Verlauf des Schußkanales entweder nach außen (Bauchwand, Damm-, Gesäß- oder Hüftgegend) oder in benachbarte Organe (besonders Rektum). Schließt sich eine äußere Blasenfistel trotz Ableitung des Urins durch einen Dauerkatheter nicht von selbst, so handelt es sich gewöhnlich um steckengebliebene Fremdkörper (Geschoßteile, Tuchreste, Knochensplitter usw.) oder um anderweitige paravesikale Abszesse. Die Behandlung besteht in breiter Spaltung des Fistelganges bis zur Blase, Entfernung etwaiger Fremdkörper, Freilegung des Eiterherdes und guter Drainage nach den oben angegebenen Regeln. Ich fand in einem Falle von monatelang verbleibender suprapubischer Blasenfistel einen kleinen Granatsplitter in der Blasenwand sitzend, der zystoskopisch nachweisbar war und eine paravesikale Eiterung unterhalten hatte. Nach Entfernung des Splitters und Drainage heilte die Blasenfistel bald aus.



Abb. 30.

Steinbildung um einen in die Blase eingedrungenen Granatsplitter. Entfernung  $\frac{1}{2}$  Jahr nach der Verwundung durch Sectio alta. (Aus der Kriegspathol. Sammlung der K.-W.-A.)

Von den inneren Blasenfisteln wird am häufigsten die Blasen-Mastdarm-Fistel beobachtet. Hat sich ein Dauerzustand einer solchen Fistel ausgebildet, so ist auch hier stets an das Vorhandensein eines Fremdkörpers bzw. einer chronischen Parazystitis oder Periproktitis zu denken. In solchen Fällen kann eine erneute Freilegung der Verletzungsstelle mittels ausgiebiger Spaltung vom Damm bzw. vom Gesäß aus, wie oben beschrieben, noch Heilung bringen, besonders, wenn im Anschluß daran für gute direkte Ableitung des Urins aus der Blase gesorgt wird. Neuerdings hat KIELLEUTHNER<sup>12)</sup> wieder die transvesikale Naht der Blasen-Mastdarm-Fisteln empfohlen. Nach Eröffnung der Blase durch den hohen Schnitt wird die Fistel im Fundus umschnitten und das Narbengewebe exzidiert. Die Blasenwand wird unter Bildung zweier Lappchen vom Rektum abgelöst, das Loch im Rektum wird durch versenkte Naht verschlossen, darüber kommt die Naht der vorher gebildeten Lappen der Blasenwand. Der Urin wird durch suprapubische Drainage abgeleitet.

Fremdkörper der Blase sind — ebenso wie nach früheren Kriegen — häufig beobachtet worden. Meist handelt es sich um Granatsplitter, Schrapnellkugeln, Mantelgeschosse oder Teile davon, oder mitgerissene Knochensplitter, Teile der Uniform, Knöpfe oder sonstigen Tascheninhalt usw. Sie können gleich bei der Verwundung in die Blase eindringen, worauf sich das Loch in der Blasenwand spontan schließen kann. Oder die Einwanderung in die Blase erfolgt später nach vorausgegangener paravesikaler Eiterung und Durchbruch durch die Wand. Kleine Fremdkörper können früher oder später nach ihrem Eindringen, spontan mit dem Urin, durch die Harnröhre entleert werden. Ich beobachtete folgenden Fall:

Kleiner Einschuß rechts am Gesäß dicht neben dem After, aus dem dauernd Urin träufelt. Kein Ausschuß. Leib weich, keine schweren Erscheinungen. 2 Tage nach der Verwundung konnte erst ein Dauerkatheter eingeführt werden, worauf kein Urin aus dem Schußkanal mehr abfloß. Nach 6 Tagen wird der Katheter entfernt. Patient urinirt regelrecht. 4 Tage darauf entleert der Patient mit einem kräftigen Urinstrahl einen kleinen länglichen Granatsplitter durch die Harnröhre. Wundverlauf ungestört. Heilung.

Derartige Fremdkörper können längere Zeit, auch ohne erhebliche Beschwerden zu verursachen, im Hohlraum der Blase liegenbleiben und zur Steinbildung führen (Abb. 30). Ihre Erkennung ist im allgemeinen durch Röntgenuntersuchung und Zystoskopie nicht schwierig. Manchmal ist es gelungen, kleinere Fremdkörper mittels des

Operationszystoskops durch die Harnröhre herauszuziehen. In der Regel ist zur Entfernung die Blase durch den hohen Schnitt zu eröffnen. Die Lithotripsie wegen Steinbildung bei Kriegsverletzten ist wegen des möglichen Fremdkörperkernes nicht angezeigt.

Genauere Zahlen über die Mortalität der Blasenschüsse in diesem Kriege zu bringen, ist zur Zeit äußerst schwierig. Die Heeressanitätsberichte liegen noch nicht vor. Die zahlreichen veröffentlichten Einzelfälle könnten leicht ein zu günstiges Bild geben, da im allgemeinen über geheilte Fälle häufiger berichtet wird als über ungünstig verlaufene. Aus den Berichten der Heimatlazarette ergibt sich schon deshalb eine zu günstige Prognose, weil es sich meist um ein bereits gesichtetes Material handelt. Von größeren Zusammenstellungen auf Grund eigener Beobachtungen im Felde erwähne ich nur die Arbeiten von KIELLEUTHNER<sup>13)</sup> und PHILIPOVICZ<sup>14)</sup>. KIELLEUTHNER beobachtete im ganzen 47 Blasenschußverletzte mit 15 Todesfällen (von den 13 intraperitoneal Verletzten starben 10). PHILIPOVICZ sah unter 24 Verletzungen 8 Todesfälle. Von den von mir genauer beobachteten 14 Verwundeten starben im ganzen 6 (von den 6 intraperitoneal Verletzten 5). Nach diesen allerdings nur geringen Zahlen würde also eine Mortalität von etwa 30–40% vorliegen. Eine Zahl, die im allgemeinen eher größer als kleiner anzunehmen ist, da die Toten des Schlachtfeldes nicht berücksichtigt wurden.

#### e) Anderweitige offene Verletzungen der Blase.

Verletzungen der Blase durch blanke Waffen (Stich oder Hieb durch Lanze, Bajonett, Messer, Säbel) sind sehr selten. Gegen die eindringende scharfe Waffe ist die Blase weit besser geschützt als gegen ein Geschoß, auch ist der Nahkampf verhältnismäßig selten. Eigene Kriegserfahrungen über diese Verletzungen habe ich nicht. Auch liegen anscheinend nur wenige Beobachtungen aus diesem Kriege vor. Aus der früheren Literatur bietet u. a. die bekannte Arbeit von BARTELS eine ausführliche Übersicht der bis zu seiner Zeit publizierten Fälle. Bei diesen Verletzungsarten wird die Blase hauptsächlich auf drei Wegen eröffnet: entweder vom Damm oder Gesäß, namentlich der Aftergegend, durch die untere Beckenapertur bzw. das Foramen ischiadicum, oder von vorn unter der Symphyse hindurch bzw. durch das Foramen obturatorium, oder von oben durch die Bauchdecken oberhalb der Symphyse. In dieselbe Kategorie gehören die auch im Frieden beobachteten Pfählungsverletzungen der Blase durch Auffallen auf einen spitzen und langen Gegenstand. Das Symptomenbild und der Verlauf dieser Verletzungen bietet große Ähnlichkeit mit den ausführlich geschilderten Schußverletzungen. Auch die Behandlung weicht grundsätzlich nicht von den oben angegebenen Methoden ab. Im großen und ganzen ist die Prognose der Stichverletzungen günstiger als die der Schußwunden.

#### f) Subkutane Verletzungen der Blase.

Rupturen der Harnblase durch stumpfe Bauchverletzung wurden während derkriegszeit häufiger beobachtet. Verschüttungen im Grabenkampf, Fußtritte, Kolbenstöße, Hufschläge, Überfahren, Fliegerabstürze, Prellungen durch große Sprengstücke usw. können ein Bersten der gefüllten Blase verursachen. — Das klinische Bild dieser Verletzungen, sowohl der intra- wie der extraperitonealen, ist aus der Friedenszeit her ein wohlbekanntes. Auch bestehen keinerlei Zweifel über die Behandlung, die in jedem Falle eine möglichst frühzeitige Freilegung und Naht der Verletzungsstelle verlangt. Bei der operativen Versorgung gelten im allgemeinen die für die entsprechenden Schußverletzungen gegebenen Regeln. — Die Prognose der Blasenrupturen ist, je früher operiert wird, eine desto günstigere.



## B. Die Schußverletzungen der Harnröhre.

Während im Frieden als typische Verletzungsstelle der Harnröhre ihr eigentlicher Dammteil, die Pars membranacea, gilt, finden wir im Kriege Verletzungen sämtlicher Abschnitte durch die von allen Richtungen eindringenden Geschosse. Unter 15 von mir beobachteten Schußverletzungen der Harnröhre fand ich 4mal den Penisteil, in den übrigen Fällen den Damm- und Beckenteil verletzt, und zwar die Pars prostatica

ungefähr ebenso häufig wie die Pars membranacea. In 3 Fällen war die Harnröhre dicht an ihrem Austritt aus der Blase verletzt.

Die Verletzungen der Harnröhre bieten nach Geschoßart und Schußrichtung die mannigfaltigsten Befunde. Wir unterscheiden: Durchschüsse mit Ein- und Ausschuß oder totaler Durchtrennung des ganzen Rohres, Tangentialschüsse mit seitlicher Eröffnung der Wand in der Längs- und Querrichtung, und Steckschüsse. Infolge ihrer natürlichen Krümmungen kann die Harnröhre durch einen Sagittalschuß mehrfach verletzt werden. Neben den vollständigen kommen unvollständige Durchschießungen der Wand, z. B. Durchtrennungen nur der äußeren Wandschichten durch Streifschüsse, vor, ebenso Quetschungen durch Prellschüsse usw. Endlich können auch indirekte Verletzungen durch mitgerissene Teile (Knochensplitter usw.) zustande kommen.

Glatte Durchschüsse mit Ein- und Ausschuß können sowohl durch das schlanke Spitzgeschoß als auch durch kleine Granatsplitter verursacht werden. Ich fand in einem Falle die Pars membranacea durch einen erbsengroßen Granatsplitter glatt durchschlagen, die hintere und vordere Wand zeigte je ein rißförmiges kleines Loch; der Splitter war in der Dammgegend stecken geblieben. Größere Geschosse können einen vollständigen Abschluß der Harnröhre bewirken.

Abb. 31 zeigt ein Sektionspräparat der K. W. A. Es handelte sich um eine quer ver-

laufende, rinnenförmige Verletzung an der ventralen Seite des Penis in der Bulbusgegend durch Granatsplitter. Im Präparat ist die Harnröhre in ihrem ganzen Verlauf mittels medianen Dorsalschnittes gespalten und freigelegt. Aus der Harnröhre ist ein ringförmiges Stück der Pars bulbosa herausgerissen, so daß ein etwa  $1\frac{1}{2}$  cm breiter Defekt des Rohres vorliegt. Die Corpora cavernosa des Penis sind unverletzt geblieben.

Vollständigen Abschluß der Harnröhre sah ich mehrmals im Beckenteil, ferner im Penisteil bei gleichzeitigem Abriß des Gliedes (s. auch unter Verletzungen der Geschlechtsorgane).

Seitliche Wanderöffnungen können in der Pars pendula auch durch Längsschüsse des Penis zustande kommen. Ich beobachtete eine 6 cm lange rinnenförmige Eröffnung



Abb. 31. Harnröhrenschuß.  
(Aus der Kriegspathol. Sammlung der K.-W.-A.)

der Harnröhre durch Infanteriegeschöß. Der Einschuß lag am rechten Rand der Eichel, der Schaft des Gliedes war auf Fingerlänge seitlich aufgerissen, der Ausschuß fand sich rechts neben dem After.

Das Steckenbleiben eines matten Geschosses in der Harnröhre oder in ihrer Wand ist verschiedentlich beobachtet worden. Häufig sind auch Geschosse oder Geschossteile, die in höhergelegene Abschnitte der Harnwege eingedrungen waren, mit dem Urinstrom in die Harnröhre gelangt und dort sitzengeblieben. Auch können Steckgeschosse des periurethralen Gewebes nachträglich in die Harnröhre einwandern.

Bei partiellen Verletzungen der Harnröhrenwand kann der Schleimhautkanal zunächst uneröffnet bleiben. In solchen Fällen kann es nachträglich zur Wandnekrose und Perforation kommen.

Die meisten Harnröhrenverwundungen sind mit Nebenverletzungen anderer Organe verbunden. Besonders häufig ist das knöcherne Becken beteiligt. Die Folge ist meist ausgedehnte Quetschung und Zerreißung der Harnröhre durch Knochensplitter. Auch der Mastdarm kann bei Verletzungen des prostatistischen Teiles mitverletzt werden. Oberschenkel, Gesäß und besonders die äußeren Geschlechtsteile bleiben selten unverletzt. Über die Beteiligung der letzteren siehe den folgenden Abschnitt.

#### a) Symptome.

Die Hupterscheinungen der Verletzung sind durch Blutung, Störung der Harnentleerung und Ausfließen von Urin aus der Harnröhrenwunde bedingt. Die Blutung aus der Harnröhre ist für gewöhnlich nicht sehr erheblich, meist treten nur einige Tropfen Blut aus der äußeren Harnröhrenmündung, manchmal besteht nur eine blutige Verklebung der Öffnung. Unter Umständen kann auch die Blutung aus der Harnröhre zunächst fehlen und sich erst bei der nächsten Urinentleerung, bzw. beim Versuche hierzu zeigen. Stärker ist meist der Blutaustritt in das dem Schußkanal benachbarte subkutane Gewebe. Er macht sich kenntlich durch bläuliche Verfärbung und Schwellung der Dammgegend, des Gliedes und des Hodensackes. Abb. 32 zeigt eine nach frischer Verletzung der Harnröhre entstandene enorme Anschwellung der äußeren Geschlechtsteile durch Hämatom.

Es handelte sich um einen Granatsplittersteckschuß. Der kleine Einschuß liegt oben an der linken Seite des Hodensackes. Rechts am Penisgrunde befindet sich eine stärkere sugillierte und verhärtete Stelle. Es besteht vollständige Harnverhaltung. Aus der Harnröhre tropft frisches Blut. Ein Katheter läßt sich nur bis zur Verletzungsstelle einführen. Einschnitt über dem Infiltrat an der Peniawurzel. Freilegung der Harnröhre, deren Wand eingerissen ist durch einen kirschkerngroßen Granatsplitter, der entfernt wird. Naht der Harnröhrenwunde. Dauerkatheter. Verlauf zunächst gestört durch kleinen Skrotalabszeß. Dann vollkommene Heilung mit guter Funktion.

Der Grad der Miktionsstörung ist vom Sitz und von der Schwere der Verletzung abhängig. Es kommen alle Abstufungen von der kompletten Harnverhaltung bis zur geringen Beeinträchtigung des Urinierens durch Schmerzen vor. Bei Verwundungen der hinteren Harnröhre besteht meist völlige Harnverhaltung. Sie beruht teils auf reflektorischem Sphinkterkrampf, der durch Schmerzen beim Versuch, zu urinieren, ausgelöst wird, teils auf mechanischer Verlegung der Harnröhrenlichtung durch die Verwundung. Sitzt die Verletzung mehr nach dem vorderen Teil der Harnröhre hin und handelt es sich nicht um eine vollständige Kontinuitätstrennung, so kann spontane Urinentleerung möglich sein.

Wird bei bestehender Harnverhaltung nicht bald Abhilfe durch künstliche Entleerung der Blase geschaffen, so sucht sich der Urin nach Überwindung des Sphinkterkrampfes schließlich seinen Weg durch die verletzte Harnröhre. Ob er freien Abfluß nach außen findet, sei es durch die teilweise wegsam gebliebene Harnröhre, sei es durch den Schußkanal, oder ob er in die umgebenden Gewebsräume eintritt, hängt von der Art der Verletzung ab. Ist der Schußkanal zwischen äußerer Haut und Harnröhren-

wunde frei durchgängig geblieben, so kann sich der Urin beim Wasserlassen teils durch die Wunde, teils durch die äußere Harnröhrenmündung entleeren. Der Urin kann im Strahl, manchmal auch nur tropfenweise aus der Wunde nach außen treten, manchmal wird der Gesamturin durch die Wunde entleert, wie man dies bei breitklaffender Eröffnung der Harnröhre häufig beobachten kann. Der freie Urinabfluß aus der Wunde ist als prognostisch günstiges Zeichen aufzufassen. Größere offene Verletzungen der Harnröhre können daher gutartiger verlaufen als kleine Rißverletzungen mit engem, sich nach außen verschließendem Schußkanal. Findet bei den letzteren der Urin einmal einen Weg durch die verletzte Wand in das periurethrale Gewebe, so kommt es gewöhnlich zur fortschreitenden Urininfiltration und Infektion.

Die Möglichkeit des freiwilligen Urinierens gleich nach der Verwundung gewährleistet keineswegs immer einen günstigen Heilverlauf. Häufig wird die zunächst

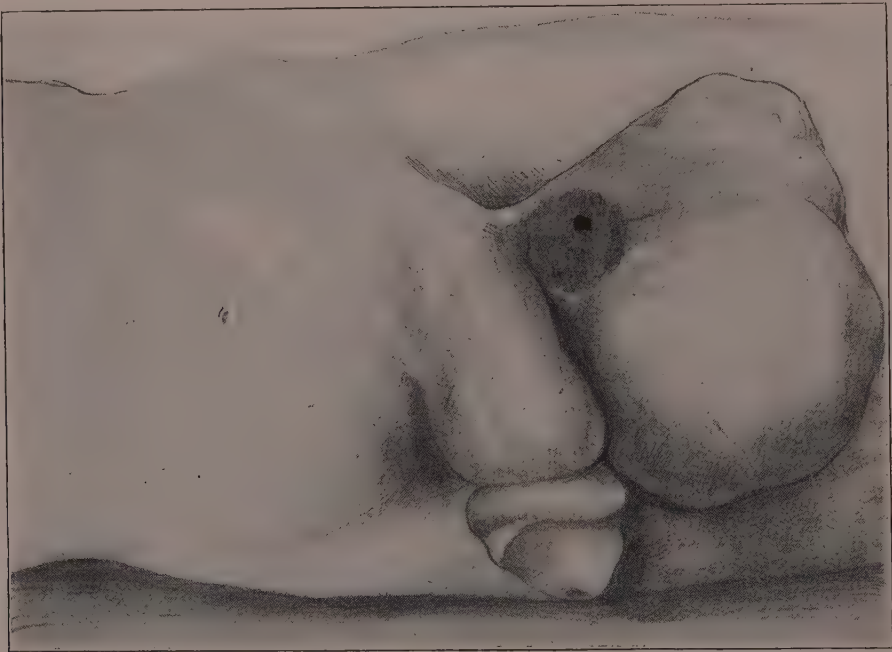


Abb. 32. Harnröhrenschuß. Hämatom des Penis und Skrotums.  
(Nach einer Zeichnung im Felde. Eigene Beobachtung.)

freie Passage durch entzündliche Schwellung, Kompression durch Hämatome, namentlich aber durch beginnende infektiöse Prozesse nachträglich gestört. Ich habe wiederholt Verletzte gesehen, bei denen erst einige Tage nach der Verwundung Harnverhaltung bzw. Urininfiltration auftrat.

Die Urininfiltration ist die praktisch wichtigste und gefährlichste Folgeerscheinung der Harnröhrenverletzung. Sie kann sich von jeder Verletzungsstelle aus entwickeln. Der austretende Urin infiltriert zunächst die lockeren Spalträume des periurethralen Gewebes und breitet sich in der Richtung des geringsten Widerstandes in das subkutane Fettgewebe aus. Bei Verletzung der hinteren Harnröhre findet man daher frühzeitig Ausbreitung unter die Haut des Skrotums und Penis, die unförmig anschwellen. Später schreitet das Infiltrat, manchmal auch dem Schußkanal folgend, über weite Abschnitte des Unterbauches, des Gesäßes, der Oberschenkel usw. fort, ausgedehnte teigige Schwellungen und bläulich-gelbliche Verfärbungen der Haut verursachend, die Ähnlichkeit mit der Gasphlegmone haben können. Auch bei vorhandener Durchgängigkeit der Harnröhre ist, wie wir gesehen



haben, die Gefahr der Urininfiltration und Infektion eine große. Der weitere Verlauf der Urininfiltration, ihr Übergang in eine brandige Phlegmone usw. ist im vorigen Abschnitt bereits dargestellt.

Bleibt eine Harnröhrenschußverletzung sich selbst überlassen, so ist nach den Erfahrungen dieses Krieges in der großen Mehrzahl der Fälle der Verlauf ein ungünstiger. Immerhin sind spontane Ausheilungen ohne nennenswerte Störung bei glatten „Durchschüssen“ beobachtet worden. Mehr Aussicht auf günstigen Verlauf bieten, wie schon erwähnt, die breiten Eröffnungen der Harnröhre, z. B. durch Rinnenschüsse, wobei der Urin durch die Wunde zunächst frei abfließt. So entstehen Fisteln, die sich jedoch nur in den seltensten Fällen von selbst schließen.

### b) Diagnose.

Die Diagnose des Harnröhrenschusses ist nach den geschilderten Symptomen im allgemeinen leicht zu stellen. Bei Beckenschüssen können manchmal Zweifel entstehen, ob eine Verletzung der hinteren Harnröhre oder der Blase vorliegt. Wird spontan kein Urin entleert, so finden wir bei der Harnröhrenverletzung eine prall gefüllte, hochstehende Blase, während sich die verletzte Harnblase in kontrahiertem Zustande befindet. Hat sich Urin aus dem Schußkanal entleert, so ist die Art der Absonderung genau zu beobachten. Bei der Harnröhrenverletzung tropft der Urin nur bei der Miktion aus der Wunde, während er bei der Blasenverletzung dauernd herausicksert. Doch kann dieses klassische Unterscheidungsmittel gelegentlich täuschen, z. B. bei ventilartiger Öffnung in der Blasenwand, wie im vorigen Kapitel beschrieben ist. Umgekehrt kann bei Verletzung der Harnröhre dicht an ihrer Austrittsstelle aus der Blase dauernder Urinabfluß vorhanden sein, wenn der Sphinkter mitverletzt wurde.

Ich beobachtete einen durch mehrere Granatsplitter Verwundeten, bei dem zunächst, da er spontan uriniert hatte, kein weiterer Eingriff an den Harnwegen vorgenommen war. Erst am Tage nach der Verwundung trat Harnverhaltung ein, es entleerte sich nun dauernd Urin aus einer Gesäßwunde. Die Operation (Freilegung vom Damm) ergab eine schwere Verletzung der Harnröhre dicht unterhalb der Blase.

Etwaigen Katheterismus versuche man nur schonend mit weichen Kathetern. Meist gelingt die Einführung nicht, da sich die Spitze des Katheters in der Wunde verfängt. Zur Entleerung des Urins dienen die weiter unten geschilderten Maßnahmen.

### c) Therapie.

Die wichtigste Aufgabe der Behandlung besteht zunächst darin, dem Urin freien und gesicherten Abfluß zu verschaffen. Zu diesem Zwecke ist die operative Freilegung der Verletzungsstelle in den weitaus meisten Fällen erforderlich. Ob eine Naht der Harnröhre, die grundsätzlich anzustreben ist, ausführbar ist, richtet sich nach der Art der Verletzung und der seit der Verwundung verstrichenen Zeit.

Von einer konservativen Behandlung bei Schußverletzungen der hinteren Harnröhre ist entschieden abzuraten, auch wenn der Verwundete zunächst spontan urinieren kann oder wenn bei vorhandener Harnverhaltung die Einführung eines Katheters in die Blase ausnahmsweise gelingen sollte. Die Ableitung des Urins durch Dauerkatheter ohne gleichzeitige Freilegung der Wunde ist ungenügend, da auch neben ihm noch Urin vorbeifließen kann und die Gefahr einer Infektion der Wunde stets eine große ist. Jedes Zuwarten verschlechtert die Prognose und erschwert die zunächst oft einfache Operation.

Sie besteht darin, daß nach Einführung eines Katheters, der meist nur bis zur Verletzungsstelle vorgeschoben werden kann, der Dammteil der Harnröhre in typischer Weise, durch perineale Inzision, freigelegt wird. Ist die Pars membranacea durch den Schuß eröffnet, so wird die Harnröhrenwand vorsichtig frei präpariert bzw. gespalten,

bis man auf die Spitze des Katheters gelangt. Mittels feiner Haken oder angelegter Fadenzügel werden die Wundränder auseinandergezogen, um die Art und Ausdehnung der Verletzung zu erkennen. Handelt es sich nur um einen seitlichen Riß, so führt man die Spitze des Katheters in den zentralen Abschnitt der Harnröhre weiter vor bis in die Blase, in der er als Verweilkatheter liegenbleibt. Frische Wunden der Harnröhre können durch einige feine Katgutknopfnähte über dem liegenden Katheter vernäht werden, die Dammwunde bleibt in der Mitte offen. Bei schwereren Verletzungen ist das Auffinden des zentralen Teiles der Harnröhre oft schwierig. Ist ein Teil der Wand stehengeblieben, so tastet man sich mit einer Sonde an dieser entlang in die Blase, in die dann die Spitze des Katheters eingeführt wird. Ist die Harnröhre vollständig abgetrennt, so sucht man in der üblichen Weise durch vorsichtiges Präparieren usw. die zentrale Öffnung auf. Gelingt es nicht, so kann man, wie es KÖRTE als Aushilfsmittel für die Feldpraxis empfiehlt, zunächst die gefüllte Blase durch kapillare Punktion einmal oder auch mehrmals entleeren und später den Versuch erneuern, der dann erfahrungsgemäß leichter gelingt. Ist es ganz unmöglich, das hintere Harnröhrenende aufzufinden, was bei hochsitzender Verletzung der Pars prostatica vorkommen kann, so ist der retrograde Katheterismus nach hoher Eröffnung der Blase in der üblichen Weise auszuführen.

Die Versorgung der Harnröhrenwunde durch Naht ist bei schwereren und nicht mehr frischen Verletzungen nicht angezeigt. Zweckmäßig dagegen ist es, bei vollständiger Unterbrechung des Rohres wenigstens an einer Stelle durch fixierende Nähte eine Verbindung der getrennten Wände herzustellen. Ich halte das vorübergehende Einlegen eines Dauerkatheters für vorteilhaft. Die oft weit auseinandergewichenen Enden der total durchtrennten Harnröhre finden über dem Katheter ihre natürliche Lage am besten wieder und ihre spätere Wiedervereinigung wird begünstigt. Die Dammwunde muß natürlich offenbleiben, um dem etwa am Katheter vorbeisickernden Urin freien Abfluß nach außen zu ermöglichen.

Besteht bereits Urininfiltration oder Jauchung bei schweren komplizierten Verletzungen, so ist vom Dauerkatheter zunächst ganz Abstand zu nehmen. Dann führt man am besten ein Gummirohr durch das mit der Kornzange erweiterte zentrale Harnröhrenende in die Blase und leitet es aus der perinealen Wunde direkt nach außen ab.

Zur Ableitung des Urins kann man auch die suprapubische Drainage der Blase anwenden, doch darf, auch bei frischen Verletzungen, gleichzeitig die breite Spaltung des Dammes und Freilegung der verletzten Harnröhre nicht unterlassen werden. Ich sah bei einer Großkampferperiode innerhalb von 8 Tagen in einem Feldlazarett 2 Harnröhrenschußverletzte, bei denen auf dem Hauptverbandplatze nur eine hohe Blasenfistel angelegt war, nachdem der Versuch des Katheterisierens nicht gelungen war. Bei beiden Patienten entwickelte sich in den nächsten Tagen eine schwere Phlegmone am Damm, ausgehend von einer Verletzung des Bulbus bzw. der Pars prostatica der Harnröhre.

Daß auch der übrige Teil des Schußkanals, namentlich bei Beckenschüssen mit Knochensplitterung, einer genauen chirurgischen Versorgung (Spaltung etwaiger Gesäßwunden, Ausräumung loser Knochensplitter usw.) bedarf, mag bei dieser Gelegenheit noch besonders betont werden.

Bei den Schußwunden des Penistyles der Harnröhre ist — sofern es sich um frische Verletzungen handelt — die direkte Inzision auf die Schußstelle mit nachfolgender Naht der Harnröhre das weitaus beste und sicherste Verfahren. Zu dem Zwecke wird ein Nélaton-Katheter in die Harnröhre eingeführt, dessen Spitze gelegentlich aus der Schußwunde nach außen treten kann. Läßt er sich nur bis zur Verletzungsstelle vorführen, so wird nun der Schußkanal vorsichtig und schichtweise gespalten, bis die Harnröhrenwunde frei liegt. Nach Auseinanderhalten der Wundränder wird die Spitze des Katheters an der Wunde vorbei bis zur Blase geleitet, darauf über dem liegenden

Katheter die Wunde durch Naht geschlossen. Die Schleimhautränder werden vorher etwas frei präpariert, gequetschte Teile werden abgetragen und sodann die Muskularis unter Einstülpung der Mukosa mit Katgutknopfnähten vereinigt. Das Verfahren eignet sich besonders für Quer- und Längsrisse und für Durchschüsse. Liegen sich bei letzteren Ein- und Ausschluß der Harnröhre direkt gegenüber, so kann man das eine Loch von innen, das andere von außen vernähen, wie ich das in einem Falle tat. Die zirkuläre Naht wird — da häufig schwere Zerreißen des Penis damit verbunden sind — seltener ausgeführt werden können. Auch bei kleinen Granatsplittersteckschüssen habe ich zweimal nach Extraktion des in bzw. hinter der Wand sitzenden Geschosses die Naht mit Erfolg anwenden können. Die Hautwunde läßt man bei dieser Versorgungsart ganz oder teilweise offen, damit das Wundsekret oder bei undicht werdender Naht etwa vorbeisickernder Urin freien Abfluß hat. Das Einlegen eines Dauerkatheters hat sich nach meinen Erfahrungen für diese Fälle am besten bewährt.

Wenn auch die Harnröhrennaht häufig nicht per primam heilt, so sollte man sie doch nach Möglichkeit anzuwenden versuchen. Kleine Lücken, die durch Aufgehen der Naht entstehen, pflegen auch per secundam sich bald zu schließen. Jedenfalls kürzt sie die Heilungsdauer ab und verhütet am ehesten die Bildung von Strikturen und Fisteln.

Bei schwerer Zerreißen der vorderen Harnröhre, besonders aber bei bereits bestehender Urininfiltration, ist die direkte Ableitung des Urins mittels perinealer oder suprapubischer Blasendrainage erforderlich. Die letztere verdient bei diesen Fällen den Vorzug, weil sie eine neue Eröffnung der Harnröhre am Damm mit den unausbleiblichen Folgen einer zweiten Striktur vermeidet.

Die Behandlung der Urinphlegmone verlangt — wie bereits bei den Blasenverletzungen geschildert worden ist — große Inzisionen der Haut über den infiltrierten Gebieten bis an die Grenze des Gesunden. Der Hodensack, der manchmal zu Kindskopfgröße anschwillt und sich blau-schwarz verfärbt, wird in der Raphe vom Penisgrunde bis zum Damm durchgespalten. Greift die Phlegmone bereits auf die Unterbauchgegend über, so wird von der Dammwunde aus eine Kornzange auf dem Wege, den die Urininfiltration genommen hat, seitlich von der Mittellinie hinter dem Ansatz des Skrotums, stumpf vorgeführt, über der Spitze der Kornzange wird die Haut eingeschnitten, um mittels durchgezogener Gummirohre eine ausgiebige Drainage herzustellen.

Der Verlauf nach operativer Behandlung der Harnröhrenschüsse pflegt im allgemeinen ein günstiger zu sein, wenn nicht zu spät eingegriffen wird und wenn keine zu schweren Nebenverletzungen bestehen. Von 15 von mir behandelten Verletzten starben 3; 2 von diesen waren infolge schwerster Urinphlegmone und Jauchung großer Wundhöhlen bereits septisch, als sie eingeliefert wurden, und starben am nächsten Tage, der 3. ging später infolge anderweitiger Verwundung zugrunde. Am schnellsten heilen die mit Inzision und Naht behandelten frischen Verletzungen der Pars pendula. Unter 4 von mir so behandelten Fällen heilten 3 ohne Fistelbildung mit guter Funktion aus. Bei dem 4. nicht geheilten Falle handelte es sich um den eingangs erwähnten Längsaufriß der Harnröhre. Die Naht des 6 cm langen Risses war zunächst auseinandergewichen, eine Lücke war bei der Entlassung des Patienten noch vorhanden.

Bei den unkomplizierten Verletzungen der hinteren Harnröhre beginnt die Dammwunde über dem Dauerkatheter sich nach einiger Zeit durch Granulationen zu schließen. Nach etwa 14 Tagen läßt man den Katheter probeweise fort und sieht zu, ob der Urin bereits wieder auf dem natürlichen Wege oder noch größtenteils durch die Dammwunde sich entleert. Ist das letztere der Fall, so kann man den Katheter noch einmal für einige Zeit einlegen. Wird wenigstens ein Teil des Urins durch die Harnröhrenmündung entleert, so kann man bereits mit vorsichtigen Bougierungen beginnen, die längere Zeit — auch über die Wundheilung hinaus — fortzusetzen sind.



Wurde zunächst eine perineale oder suprapubische Drainage der Blase vorgenommen, so wartet man mit dem Einführen des Dauerkatheters so lange, bis die phlegmonösen Prozesse abgelaufen sind und das Stadium der Granulationsbildung eingetreten ist. Dann führt man einen Dauerkatheter ein und verfährt nun in derselben Weise wie oben angegeben. Auch die suprapubische Fistel pflegt sich bei wegsamer Harnröhre schnell zu schließen.

Bei der Nachbehandlung großer jauchender Wundhöhlen leisten Bäder ausgezeichnete Dienste.

Verzögert sich der Schluß einer Harnröhrenwunde auffallend lange, so denke man stets an noch vorhandene Fremdkörper (Geschoßteile, Knochensplitter u. dgl.), die durch genaue Röntgenuntersuchung oder durch Endoskopie festzustellen und nach erneuter Freilegung zu entfernen sind.

Von den Spätfolgen sind besonders die Strikturen und Fisteln zu erwähnen. Beide stehen gewöhnlich in engem Zusammenhange. Vor dem operativen Schluß einer Fistel ist daher stets eine Bougiebehandlung der Striktur vorzunehmen. Nach genügender Dilatation der Harnröhre heilen manche Fisteln von selbst aus. Lippenfisteln müssen nach Umschneidung der Narbe bzw. Anfrischung der Ränder vernäht werden, über der Nahtstelle wird durch Verziehung oder Lappenbildung die Haut vereinigt. Größere Defekte der Harnröhre verlangen einen plastischen Verschuß nach Art der im Frieden bereits üblichen Methoden (Resektion, Transplantation usw.).

#### d) Anderweitige Verletzungen der Harnröhre.

Subkutane Verletzungen der Harnröhre durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkung sind im Kriege häufig beobachtet worden. Durch Fall rittlings auf einen hervorstehenden harten Gegenstand oder noch häufiger durch Beckenbrüche infolge von Verschüttung usw. kann der Dammteil der Harnröhre zerrissen werden. Krankheitsbild, Verlauf und Behandlung der Harnröhrenrupturen sind aus Friedenszeiten her hinlänglich bekannt.

Verwundungen durch blanke Waffen sind außerordentlich selten. Hin und wieder sind Stichverletzungen beobachtet worden. Hinsichtlich der Symptome und der Behandlung kann auf das bezüglich der Schußverletzungen Gesagte verwiesen werden.

### C. Verletzungen der Geschlechtsorgane.

#### a) Schußverletzungen des Penis.

Der Penis wird selten allein durch Schuß verletzt, meist werden andere Teile des Körpers (Oberschenkel, Hodensack, Bauch- und Beckengegend) mitgetroffen. Es kommen Durchschüsse, Streif- oder Rinnenschüsse und Steckschüsse vor. Der Schußkanal verläuft meist in querer oder schräger Richtung, manchmal auch in der Längsrichtung des Gliedes. Durch große Sprengstücke oder durch Infanterienahschüsse kann der Penis vollständig abgerissen werden.

Von größter praktischer Bedeutung ist, ob die Harnröhre geschont oder mitverletzt ist. Penisschüsse ohne Verletzung der Harnröhre sind gar nicht selten und können sowohl durch das Spitzgeschoß als auch durch Granatsplitter usw. verursacht werden.

Abb. 33 zeigt einen Streifschuß durch die Schwellkörper des Gliedes ohne Verletzung der Harnröhre. Der Penis ist unförmig angeschwollen infolge von Blutaustritt in die Gewebe. An der rechten Seite des Schaftes ist die Haut aufgerissen und klafft weit. Ebenso ist die Tunica albuginea breit eröffnet. Dahinter liegt der zertrümmerte Schwellkörper. Außerdem bestand noch eine Oberschenkelweichteilverletzung. Patient starb an Tetanus.

Auch wenn die Harnröhre nicht verletzt ist, kann reflektorisch oder auch infolge von Kompression durch Bluterguß Harnverhaltung bestehen. Bei einem durch Infanteriegeschoß gleichzeitig am Unterarm Verwundeten fand ich an der rechten Seite

der Eichel ein keilförmiges Stück herausgerissen, die Vorhaut war bis in den Schaft hinein eingerissen, die äußere Harnröhrenmündung lag frei und unverletzt. Penis und Skrotum waren dick angeschwollen und blutunterlaufen. Patient konnte nicht urinieren. Die Blase stand bis zum Nabel. Nach leichter Einführung des Katheters wurde klarer Urin entleert.

In anderen Fällen wieder ist freie Urinentleerung durch die Harnröhre beobachtet worden. KÖRTE beschreibt einen Längsschuß (Infanteriegeschloß) durch den ganzen Penis ohne Eröffnung der Harnröhre. Der Einschluß lag dicht neben dem After, der Ausschluß vorn an der Eichel. Der Urin wurde frei entleert. Die Heilung erfolgte ohne Störung. (Bei gerade umgekehrter Schußrichtung beobachtete ich einen Längsschuß des Penis, wobei das Mantelgeschloß die Harnröhre in 6 cm Länge seitlich aufgespalten hatte. Näheres darüber im vorigen Kapitel.)

Auch indirekte Verletzungen, z. B. durch mitgerissene Fremdkörper, kommen vor. So sah ich eine etwa pfenniggroße Wunde auf dem Dorsum penis ohne Eröffnung der Schwellkörper, in der zahlreiche Hornstücke eines Hosenknopfes gefunden wurden.

Die Behandlung unkomplizierter Verletzungen ist eine einfache. Im allgemeinen haben Peniswunden gute Neigung zur Heilung. Stärkere Blutungen aus den Corpora cavernosa werden durch Umstechung gestillt. Unter Umständen wird die Albuginea durch Lagennähte vereinigt. Auch die oft weit eingerissene Vorhaut läßt sich mitunter durch einige Nähte an richtiger Stelle befestigen. Kleine Spaltungen von Hauttaschen usw. bei infiziertem Schußkanal müssen gelegentlich vorgenommen werden. Im übrigen heilen die Wunden am besten unter leichten Salbendeckverbänden. Bei einfacher Bettruhe bilden sich auch große Hämatome meist bald zurück. An schwereren Verwundungen des Gliedes pflegt die Harnröhre mitbeteiligt zu sein. Ihre Verletzung tritt stets in den Vordergrund der Erscheinungen und des therapeutischen Handelns. Das Nähere darüber ist im vorigen Abschnitt geschildert.

Steckschüsse des Penis sind keine so große Seltenheit. Ich habe sie zweimal bei gleichzeitiger Verletzung der Harnröhre beobachtet. In beiden Fällen handelte es sich um erbsen- bzw. kirschkerne große Granatsplitter. Manchmal fühlt man den Fremdkörper im Penisschaft. Zur Sicherheit wird man eine Röntgenaufnahme des Gliedes vornehmen. Ihre operative Entfernung durch direkten Einschnitt ist für gewöhnlich nicht schwierig.

Zu den seltenen Verletzungen gehört die vollständige Enthäutung (Schindung) des Penis. Sie ist in diesem Kriege mehrfach beobachtet (KÜTTNER u. a.). Durch das Geschloß wird die zirkulär abgelöste Haut ganz oder teilweise von dem Penis abgestreift, so daß der Peniskörper gewissermaßen aus der Vorhaut herausluxiert erscheint. Der Penis selbst kann unverletzt oder auch ganz oder teilweise



Abb. 33. Penisschuß. Verletzung der Schwellkörper ohne Eröffnung der Harnröhre.

(Aus der Kriegspathol. Sammlung der K.-W.-A.)

abgerissen sein. Schwere Harnverhaltung pflegt die unmittelbare Folge zu sein. Ich beobachtete folgenden Fall:

Bei einem Feldweibel waren durch ein anscheinend großes Sprengstück einer in unmittelbarer Nähe krepierenden Granate die Weichteile der Schamgegend weit aufgerissen. Die Haut hing in aufgerollten Fetzen an den Rändern der handflächengroßen Wunde. Der Penis war vollständig enthäutet, die Eichel war abgerissen. Ebenso war der Hodensack nebst Hoden größtenteils fortgerissen. Oben an der Innenseite des rechten Oberschenkels eine handtellergröße jauchende, tiefe Muskelwunde, in der große Kleiderfetzen lagen. Patient kann nicht urinieren. Blase steht bis zum Nabel. Sehr schlechter Allgemeinzustand, kaum fühlbarer Puls. Am Penisstumpf ist die Harnröhrenöffnung nicht aufzufinden. Entleerung der Blase durch hohen Blasenstich. Wundversorgung. Es entwickelte sich eine schwere Gasphegmone, ausgehend von der Oberschenkelwunde, der Patient nach 24 Stunden erlag.

Bei weniger schweren Nebenverletzungen und bei noch vorhandener Haut versucht man in frischen Fällen den Penis zu reponieren bzw. die Haut über das Glied zurückzustreifen, sie wird dann an den Abrißstellen durch einige Nähte befestigt. Läßt sich die zusammengerollte Haut nicht über die Eichel zurückbringen, so muß man sie in der Längsrichtung spalten und dann in ihrer natürlichen Lage wieder durch Naht vereinigen.

Größere zurückbleibende Hautdefekte des Schaftes müssen später durch plastische Operationen gedeckt werden. Man verwendet zum Ersatz der Penishaut etwa noch vorhandene Vorhaut (nach DITTEL) oder man bildet (nach REICH) einen Brückenlappen aus der Skrotalhaut, oder (nach BESSEL-HAGEN) aus der unteren Bauchhaut, mit dem man den Penisschaft umhüllt. Diese Methoden haben sich früher bereits praktisch bewährt.

Durch Narbenzug, besonders nach Verletzungen der Corpora cavernosa, können Abknickungen des Gliedes und schwere Störungen der Erektion zustande kommen. In geeigneten Fällen wird man die Narbe exzidieren und eine plastische Deckung des Defektes vornehmen.

#### b) Anderweitige Verletzungen des Penis.

Subkutane Verletzungen des Penis können durch Quetschungen infolge von Verschüttungen oder sonstiger Einwirkung stumpfer Gewalt entstehen. Die hierdurch verursachten Hämatome können unter Umständen eine Störung der Urinentleerung veranlassen, pflegen jedoch im allgemeinen bald unter der üblichen Behandlung ohne nachteilige Folgen auszuheilen.

Hieb- und Stichverletzungen sind sehr selten. Praktische Bedeutung erlangen sie eigentlich nur durch Mitverletzung der Harnröhre.

Verstümmelnde Verletzungen sind u. a. durch Pferdebiß (PHILIPOVICZ) beobachtet worden. Die Wundversorgung entspricht der bei der Amputatio penis üblichen.

#### c) Schußverletzungen des Hodensackes.

Schußwunden des Hodensackes werden ebenfalls meist als Begleiterscheinungen anderer Verletzungen des Unterleibes, der Oberschenkel, des Gesäßes usw. beobachtet.

Reine Skrotalschüsse kommen sowohl in der Form des Durchschusses als auch der seitlichen Eröffnung durch Rinnenschuß vor. Infolge Ausweichens oder schräger Schußrichtung können die Hoden unverletzt bleiben. Glatte Durchschüsse verlaufen daher manchmal, abgesehen von einem Hämatom, ohne weitere Störung. Bei größeren Einrissen der Skrotalwand kommt es meist zum Vorfall eines oder beider Hoden. Der unverletzte Hoden ist an seiner Form, seiner glatten Oberfläche und an der Stielbildung auch bei verschmutzter Wunde gewöhnlich leicht zu erkennen. Ist dagegen schon längere Zeit nach der Verwundung verstrichen, so pflegen Granulationen auch den Hoden zu bedecken. Unter solchen Umständen ist er schon versehentlich bei der Wundversorgung abgetragen worden. Manchmal zieht sich die eingerissene



Skrotalhaut hinter dem vorgefallenen Hoden eng zusammen, so daß er pilzförmig über die Haut hervorragt. Meist zieht sich der Hoden später ganz von selbst in die Skrotalhöhle zurück.

Hodensackschüsse bei vorhandener Skrotalhernie sind wiederholt beobachtet worden.

Ich sah einen solchen Fall, in dem ein Infanteriegeschloß eine 20 cm lange Rinnenwunde an der Innenseite des Oberschenkels verursacht, dann den linken Hodensack aufgerissen hatte und vor dem absteigenden Schambeinast liegengeblieben war. Ein mannsfaustgroßer Tumor lag vor der Skrotalwunde, der den stark durchbluteten Inhalt eines großen Netzbruches darstellte. Nach Abtragung des verletzten Netzes zeigte sich der Hoden unbeschädigt. Das Geschloß wurde einige Tage später nach Spaltung eines abgekapselten Abszesses entfernt. Ist eine vorliegende Darmschlinge mitverletzt, so ist möglichst bald die entsprechende Versorgung (Naht oder Resektion) vorzunehmen.

Im übrigen ist die Behandlung einfacher Skrotalwunden eine möglichst konservative. Auch große klaffende Rißwunden pflegen verhältnismäßig schnell zu verheilen, primäre Naht ist gewöhnlich wegen der starken Verunreinigung der Wunde durch Haare, Uniformteile usw. nicht angezeigt. Der prolabierte Hoden ist — bei frischen Verletzungen — schonend zurückzuverlagern evtl. unter Erweiterung der Hautwunde und durch eine Lagennaht in der Skrotalhöhle zu befestigen. Bei großer infizierter Wundhöhle mit starker Absonderung überläßt man am besten den Hoden sich selbst und sorgt nur für Säuberung und guten Abfluß des Sekretes. Nach erfolgter Reinigung schließt sich die Wunde unter Schrumpfung der Skrotalhaut, wobei der Hoden durch selbsttätigen Zug des Samenstranges zurückverlagert wird.

War gleichzeitig mit dem Skrotum die Haut oben an der Innenseite des Oberschenkels oder an der ventralen Seite des Penis verletzt, so können Verwachsungen dieser Teile und narbige Verziehungen zustande kommen und schwere funktionelle Schädigungen hervorrufen. Nach Exzision der Narbe und Ablösung des Skrotums pflegen zunächst große Hautdefekte zu entstehen, die sich jedoch für gewöhnlich leicht decken lassen. Meist bietet der Hodensack selbst genügendes Material, anderenfalls ist die Haut des Oberschenkels bzw. der Unterbauchgegend plastisch zu verwenden.

#### d) Hodenschüsse.

Die Hodenschüsse unterscheiden sich meist schon klinisch durch die Schwere der Erscheinungen von den einfachen Skrotalschüssen. Bei der frischen Verletzung steht die Schockwirkung im Vordergrund, die sich bis zur tiefen Ohnmacht steigern kann. Ob eine schwere Hodenverletzung allein durch reflektorischen Herzstillstand den Tod herbeiführen kann, scheint, nach KÜTTNER, bisher noch nicht sicher festgestellt, da häufig erhebliche Nebenverletzungen vorhanden sind und auch die Todesursache der auf dem Felde Gebliebenen nicht immer genau zu ermitteln ist. In einem von mir beobachteten Falle von vollständigem Abriß beider Hoden (vgl. den vorigen Abschnitt S. 138) ging der Verletzte zweifellos an foudroyanter Gasphlegmone innerhalb von 24 Stunden zugrunde. In dem weiter unten abgebildeten Falle, bei dem das Sektionsprotokoll „Tod an Schock“ ergab, bestand gleichzeitig eine schwere Oberschenkelzertrümmerung.

Was die Art der Verletzung anlangt, so kommen glatte Durchschüsse, Rinnenschüsse, vollständige Zertrümmerungen und Steckschüsse vor. Charakteristisch für den Hodenschuß ist die Sprengwirkung, die sich durch weites Einreißen der Albuginea und Vorfall des Drüsenparenchyms kundgibt.

Abb. 34 zeigt einen Rinnenschuß durch den linken Hodensack mit Vorfall des zertrümmerten linken Hodens. Die Haut der vorderen Wand der linken Skrotalhälfte ist in querer Richtung aufgerissen und klafft weit. Ebenso sind die Scheidenhäute des Hodens zerrissen. Der linke Hoden ist etwa in der Mitte völlig auseinandergesprengt, die beiden Enden liegen weit auseinander oberflächlich in der Wundhöhle. Die Albuginea zeigt eine zackige Trennungslinie. Aus dem oberen Fragment ist das zerfetzte Drüsenparenchym vorgefallen und überragt den Wundrand. Der Penis

ist an seiner unteren Seite der Länge nach durchschossen (ohne Verletzung der Harnröhre). An der Innenseite des linken Oberschenkels befand sich eine weitere große Schußwunde mit Zersplitterung des Knochens in Höhe des Trochanters. Der Tod erfolgte an Schock.

Bestehen keine anderen erheblichen Verletzungen, so gehen die schweren Anfangserscheinungen bald zurück. Im allgemeinen geben Hodenschüsse — wenigstens was Wundverlauf anlangt — eine gute Prognose. Glatte Durchschüsse haben gute Neigung, per primam zu heilen. Ich beobachtete mehrere Gewehrscußverletzungen, die in kurzer Zeit glatt ausheilten. Das Hämatom bildete sich meist schnell zurück. Als Folgen der Verletzung ließ sich nur ein verhärteter und verdickter Hoden bei der Entlassung feststellen.



Abb. 34. Hodenschuß.

(Aus der Kriegspathol. Sammlung der K.-W.-A.)

Auch die offenen Rinnenschüsse mit Prolaps des Hodens können, wenn das Organ nicht zu sehr zertrümmert oder durch Abschuß der Samenstranggefäße seiner Ernährung beraubt ist, noch gut ausheilen. Größere nekrotische Partien können sich im Verlauf der Heilung abstoßen. Eiterungen des Parenchyms sind im allgemeinen selten. Ich beobachtete in einem Falle von Übersäugung des ganzen Körpers mit kleinen Granatsplittern einen Steckschuß des Hodens. Patient wurde zunächst konservativ behandelt. Allmählich entwickelte sich unter hohem Fieber eine entzündliche Schwellung des linken Hodens, beim Einschnitt zeigte sich der Testis vereitert. Tuchfetzen und ein kleiner Granatsplitter steckten im Schußkanal des Hodens, der nur ein kleines Einschußloch hatte. Der Hoden wurde extirpiert (Patient starb später an Sepsis, ausgehend von schwerer Fußgelenksvereiterung).

Hinsichtlich der späteren Funktion des verletzten Hodens steht fest, daß die Potenz im allgemeinen nicht leidet. Meist tritt jedoch eine Atrophie des verletzten Organs ein.

Was die Behandlung der Hodenschüsse anlangt, so soll sie eine möglichst konservative sein. Die Erfahrung dieses Krieges hat gelehrt, daß selbst schwere, mit ausgedehnten Zerreißen des Skrotums einhergehende Verletzungen unter Anwendung der allgemeingültigen Regeln der Wundbehandlung gut verheilen. Man sorge für Offenhaltung großer infizierter Wundhöhlen und lasse den zerrissenen, prolabierte Hoden möglichst in Ruhe. Überraschend schnell reinigen sich derartige Wundflächen unter Abstoßung nekrotischer Teile und heilen unter guter Granulationsbildung. Nur bei schwerster Zertrümmerung ist die primäre Abtragung des Hodens gerechtfertigt.

Bei der anerkannt guten Neigung zur Heilung liegt meines Erachtens nur selten Veranlassung zu aktiverem Vorgehen bei frischen Verletzungen (Ausschneidung der Wundränder, primärer Naht der Hüllen des Hodens usw.) vor. Dagegen erscheint bei Steckschüssen des Hodens die Entfernung des Geschosses stets angezeigt.

#### e) Anderweitige Verletzungen.

Zu den häufigsten Verletzungen des Hodensackes und seines Inhaltes gehören Quetschungen, die durch mancherlei direkte Gewalteinwirkung entstehen können. Die Folgezustände sind als Hämatome des Skrotums, des Hodens und seiner Hüllen hinlänglich bekannt. Sie bieten kein besonderes kriegschirurgisches Interesse.

Verletzungen durch blanke Waffen kommen im allgemeinen selten vor und haben daher nur geringe praktische Bedeutung. Für die Behandlung gelten die im vorigen gegebenen Regeln.

#### f) Verletzungen der Prostata, der Samenblasen und des Samenstranges.

Der Vollständigkeit halber sind diese Verletzungen noch kurz zu erwähnen. Isolierte Verletzungen dieser kleinen und versteckt liegenden Organe der Beckenhöhle sind selten, auch gibt es kaum ein ausgesprochenes, der frischen Verletzung eigenes Symptomenbild. PHILIPOVICZ beobachtete einen Granatsplittersteckschuß der Prostata, der zur Abszedierung führte und dadurch diagnostizierbar wurde. Bei Schußverletzungen des Beckenteiles der Harnröhre und des Blasenhalbes können sowohl Prostata, wie Samenblase und Vas deferens mitgetroffen werden, ohne daß ihre Beteiligung zunächst das Krankheitsbild beeinflusste. Auch bei der Behandlung steht die Verletzung der Harnwege stets im Vordergrund. Als Folge der Verletzung des Vas deferens ist mehrfach Hodenatrophie beobachtet worden. Auf die Verletzungen des Samenstranges ist bereits im vorigen Abschnitt Bezug genommen. Als praktisch wichtig erscheint noch der Hinweis, daß Unterbindungen der A. spermatica bei Verwundungen des Samenstranges eine Nekrose des Hodens zur Folge haben.

#### Literatur.

(Ausführliches Literaturverzeichnis siehe unter Nr. 4.)

- <sup>1)</sup> KIELLEUTHNER, Über Schußverletzungen der Harnblase im Kriege. Bruns Beitr. Bd. 106 H. 5.
- <sup>2)</sup> KÜTTNER, Lehrbuch der Kriegschirurgie von BORCHARD und SCHMIEDEN, Leipzig 1917.
- <sup>3)</sup> BÄTZNER, Kriegsverletzungen der Harnorgane. Zeitschr. f. Urologie Bd. 13 H. 3.
- <sup>4)</sup> LOHNSTEIN, Zeitschr. f. Urologie 1915—17.
- <sup>5)</sup> KÖRTE, Kriegserfahrungen über Verletzungen der Harnblase und Harnröhre. Zeitschr. f. ärztl. Fortbildung 1916 Nr. 5.
- <sup>6)</sup> BARTELS, Traumen der Harnblase. Arch. f. klin. Chir. Bd. 22.
- <sup>7)</sup> ROST, M. Med. W. 1917.
- <sup>8)</sup> STUTZIN, Verletzungen der Harnblase. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 146 H. 1 u. 2.
- <sup>9)</sup> KÖRTE, s. das.
- <sup>10)</sup> ZUCKERKANDL, Handbuch der Urologie, Wien 1906.
- <sup>11)</sup> FRANZ, D. Med. W. 1917 Nr. 40.
- <sup>12—13)</sup> KIELLEUTHNER, s. das.
- <sup>14)</sup> PHILIPOVICZ, Arch. f. klin. Chir. Bd. 110 (Festschrift für Geheimrat Frhrn. von Eiselsberg).



## **VII. Schußverletzungen der Gliedmaßen (mit Ausschluß der Gelenke).**

### **1. Schußverletzungen der oberen Extremität.**

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. WILHELM MÜLLER in Rostock.

Im Kriege Generalarzt und beratender Chirurg.

Unter Mitarbeit von Oberarzt der Res. Dr. FRITZ PARTSCH.

Assistent der chirurgischen Klinik in Rostock.

Mit 27 Abbildungen im Text.

#### **Schußverletzungen des Schultergürtels und des Oberarmes.**

Daß die Gliedmaßen wie in früheren Kriegen so auch im Weltkriege gegenüber den Kopf-, Hals-, Rumpf- und Bauchverletzungen weit überwiegen in der Häufigkeit der Schußverletzungen, das darf bereits jetzt als feststehend vorweggenommen werden. Wie fast in allen Arbeiten der letzten 6—7 Jahre betont wurde, wird eine endgültige Statistik in absehbarer Zeit nicht herzustellen sein. Bis dahin müssen zur wenigstens annähernden Beurteilung der Erfahrungen aus dem Weltkriege Eindrücke und Zusammenstellungen seitens einzelner Kriegsärzte herangezogen und vergleichend verwertet werden. Das Unvollkommene und vielfach Unzuverlässige des statistischen Materiales, welches so zusammenkommt, ist ebenfalls gebührend betont worden. Indem wir uns den sich daraus ergebenden Bedenken a priori anschließen, glauben wir andererseits auf einige zahlenmäßige vergleichende Betrachtungen um so weniger verzichten zu sollen, als ja eigene Erfahrungen der Autoren dieses Werkes programmgemäß in den einzelnen Abschnitten zur Geltung kommen sollen.

Wenn vielfach vor dem großen Kriege und noch im Beginn desselben die Erwartung Platz gegriffen hatte, daß namentlich die Schußverletzungen der unteren Extremitäten mit Rücksicht auf die bessere Deckung weniger häufig sein würden als in früheren Kriegen, so scheint sich diese Erwartung doch nur höchstens für einzelne Phasen des Krieges einigermaßen erfüllt zu haben. Im ganzen genommen wurde sie nicht erfüllt. Für die lange dauernden Schützengrabenkämpfe während des Stellungskrieges im Westen wie im Osten, und ehe die verheerenden Wirkungen der modernsten Artilleriegeschosse verschiedener Art zur vollen Geltung kamen, herrschte wohl auch bei Kriegschirurgen der Eindruck vor, daß die unteren Extremitäten weniger häufig als die oberen betroffen seien. Im Bewegungskriege war das jedenfalls weit weniger der Fall.

Etwas sicherer mag immerhin diese Frage beleuchtet werden durch einige Vergleichsziffern aus anderen modernen Kriegen und dem Weltkriege. Wie sehr aber die Ergebnisse kleinerer Statistiken schwanken, je nachdem die Zählungen bei kleineren oder größeren Truppenverbänden, in Hauptverbandplätzen oder mehr stabilen Lazaretten, oder endlich in Heimatlazaretten vorgenommen wurden, darüber haben sich die Beweise aus der angewachsenen Literatur rasch gemehrt.

Wenn anerkanntermaßen auf die Schußverletzungen der oberen und unteren Extremitäten zusammen nach Berechnungen aus Kriegen mit modernen Feuerwaffen  $\frac{1}{2}$  —  $\frac{2}{3}$  und mehr aller Schußverletzungen entfallen, so dürften diese Zahlen auch bei künftigen großen Sammelstatistiken wesentliche Verschiebungen schwerlich erfahren. Soweit Zahlenangaben bis jetzt vorliegen, läßt sich das von früheren Kriegen her bekannte mehr oder weniger starke Überwiegen der Schußverletzungen der unteren Extremitäten — Hüfte mit eingerechnet — gegenüber den oberen — einschließlich Schultergürtel — im ganzen auch bereits für den Weltkrieg erkennen. Differenzen bei Vergleich kleinerer Statistiken in einzelnen Jahren des Krieges, bzw. Phasen der Kriegstechnik, ändern daran wenig.

Wir begnügen uns mit den folgenden Zahlenangaben:

Von den rund 117000 Verwundungen des Deutsch-Französischen Krieges 1870/71 entfielen 32500 auf die obere Extremität:

4050 auf den Schultergürtel,  
7550 „ „ Oberarm.

In Statistiken aus dem Russisch-Japanischen, aus dem Balkankriege, auch aus der ersten Zeit des Weltkrieges wird fast durchweg ein mehr oder weniger starkes Überwiegen der Schußverletzungen der unteren Extremitäten gegen die oberen berichtet.

Nach Durchsicht von 30000 Krankengeschichten — Krankheiten und Verletzungen umfassend und nach Jahrgängen geordnet —, welche uns durch die Medizinalabteilung des Kriegsministeriums zugänglich gemacht waren, haben wir (Dr. PARTSCH) rund 1200 Schußverletzungen der oberen Extremität gefunden. Diese verteilen sich auf:

Schultergürtel (einschl. Schultergelenk)	142 = 11,8%
Oberarm . . . . .	430 = 35,8%
Unterarm . . . . .	279 = 23,25%
Hand und Finger . . . . .	349 = 28,5%

Durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. MARWEDEL\*) in Aachen wurden wir ferner in den Stand gesetzt, das von diesem beobachtete Verwundetenmaterial aus den Jahren 1914/15 des Luisenhospitals statistisch mit zu verwerten. Da es sich hier um einheitlich beobachtete und behandelte Verwundete in einem Heimat-Grenzlazarett handelt, erscheint uns dieses Beobachtungsmaterial auch um deswillen geeignet, weil, besonders in der ersten Zeit des Krieges im nahen Belgien, die meisten Fälle frisch und ohne Auswahl dort eingeliefert waren und zumeist genügend lange beobachtet werden konnten. Danach entfielen (6. August 1914 bis 31. Dezember 1915) von 1586 Schußverletzungen

1002 auf die Extremitäten,  
574 auf Kopf, Hals, Brust und Bauch.

Von den 1002 Extremitätenschüssen betrafen:

526 die obere Extremität,  
476 „ „ untere „ „

Von den 526 Schußverletzungen der oberen Extremität entfallen auf:

Schultergürtel . . . . .	71
Oberarm . . . . .	177
Ellbogen . . . . .	41

Von 172 Oberarmschüssen waren 92 Weichteilschüsse, 85 Knochenschüsse.

Im einzelnen noch: Vom 6. August 1914 bis 31. Dezember 1914 kamen zur Beobachtung: 757 Schußverletzungen, davon 508 Extremitätenschüsse, davon: obere Extremität 248 (39 Schulter, 80 Oberarm, 22 Ellbogen, 56 Unterarm, 51 Hand und Finger), untere Extremität 260.

\*) Schriftl. Mitteilungen.

Vom 1. Januar 1915 bis 31. Dezember 1915 insgesamt 829 Schußverletzungen, davon Extremitäten 494.

Von diesen 494 entfallen auf die obere Extremität 278; auf die untere 216.

Hier überwiegen also in der ersten Phase des Krieges — vorwiegend Bewegungskrieg — die unteren Extremitäten, in der zweiten — vorwiegend Stellungskrieg — die oberen, wenn auch nicht mit hoher Ziffer.

Die Verteilung der Verwundungen auf die einzelnen Abschnitte der oberen Extremität dagegen läßt sowohl in den beiden Jahren der MARWEDELSchen Statistik wie im Vergleich mit der Berechnung von PARTSCH wesentliche Differenzen nicht erkennen.

Wir fügen diesen Zahlenangaben noch einige an, welche eigenen Aufzeichnungen (MÜLLER) über von uns selber beobachtete und von uns mitbehandelte Fälle vom westlichen und besonders vom östlichen Kriegsschauplatz entstammen. Aus einem sehr großen Beobachtungsmaterial besitzen wir eigene Aufzeichnungen nur über 2390 Schußverletzungen. Von diesen betrafen 433 die obere Extremität, verteilt auf:

Schultergürtel (einschl. Schultergelenk)	93
Oberarm . . . . .	114
Ellbogen . . . . .	36
Unterarm . . . . .	69
Hand und Finger . . . . .	95

Was die Beteiligung von rechts und links anlangt, so besitzen wir eine eigene weitere Statistik nur von 180 Fällen der oberen Extremität, von welchen 86 die linke, 76 die rechte Seite betrafen. Aber diese Zahlen haben keinerlei maßgebenden Wert, da sie sich fast ausschließlich auf schwerere Fälle operativer Art eines großen Kriegslazarets beziehen. Die leichteren wurden gleich oder so bald weiter rückwärts transportiert, daß sie aus äußeren Gründen in unseren persönlichen Notizen Aufnahme nicht finden konnten. Aus diesem Grunde sind auch die Zahlen für Hand-Finger-Verletzungen, wie wir sie errechnet haben, nicht maßgebend, sie sind viel zu niedrig. Aber ein Überwiegen der linksseitigen Schußverletzungen an der oberen Extremität gegenüber den rechtsseitigen wird seit lange in den Statistiken betont und konnte auch für den Weltkrieg, speziell für Infanterieverletzungen, erwartet werden. Nur der Oberarm erwies sich auch 1870/71 häufiger rechts als links verwundet, für alle übrigen Abschnitte überwog die linke Seite. Über die Erklärungsversuche dieser Tatsache später!

#### a) Schußverletzungen des Schultergürtels.

Die Schußverletzungen des Schultergürtels anatomisch scharf abzugrenzen, ist aus verschiedenen Gründen nicht angängig. Die hierher gehörigen Verletzungen, im ganzen ziemlich häufig beobachtet, müssen z. T. im Kapitel der tiefen Halsverletzungen, z. T. bei den Rückenschüssen, den hohen Thorax-, Lungen-, zum nicht geringen Teil auch im Kapitel „Gelenkschüsse“ Besprechung finden. Es bleibt dann aber doch noch eine nicht kleine Zahl von Schußverletzungen übrig, die als reine Schultergürtelschüsse eine gesonderte Betrachtung rechtfertigen, zumal sich unter ihnen neben einigen Typen recht verschiedenartige Verletzungsbilder abgespielt haben, wie jeder einigermaßen erfahrene Kriegschirurg bestätigen wird. Wenn man die spröde, zur Splitterung neigende Klavikula vorn, die platte, nur in den Fortsätzen spongiöse Skapula hinten, das Lageverhältnis des Schlüsselbeines zur 1. Rippe, das je nach der Haltung so ungleiche Lageverhältnis des Oberarmes zur Schulter bedenkt, dazu die mannigfachen Richtungen, in denen Geschosse den Schultergürtel treffen können, endlich das Lageverhältnis der funktionell so wichtigen Gebilde, wie des Plexus brachial., der Schlüsselbein-Achsel-Gefäße, so ist schon ohne weiteres verständlich, wie mannigfach wechselnd auch ceteris paribus das pathologisch-anatomische Bild der Schultergürtelschüsse sich gestalten kann.



Die Abb. 35—38 mögen einige der hauptsächlichsten Schußrichtungen veranschaulichen und bedürfen wohl keines näheren Kommentars. Zur Gestaltung der Verletzungen in Einzelfällen sind außer Schußrichtung, Entfernung, Form und Größe des Geschosses noch die schichtweise ganz ungleiche Dichtigkeit der Gewebe: Muskeln, Knochen, Faszien, Bänder und deren Fähigkeit, namentlich Infanteriegeschosse abzulenken, in Betracht zu ziehen. Hing doch gerade hier in der Schultergegend so oft an wenigen Millimetern die Frage der Mitverletzung von großen Gefäßen, des Plexus, der Pleura und der Lungenspitze usw. Wie oft fanden sich diese Gebilde, wie es nach Lage des Einschusses, auch Ausschusses, gar nicht vermutet wurde, betroffen, und wie oft aber auch erwiesen sich diese wie „durch ein Wunder“ verschont! Es sei nur gleich hier an die nicht seltenen Steckschüsse erinnert, bei welchen das Geschöß zwischen Bündeln des Plexus, zwischen Art. und Vena subclavia entfernt werden konnte ohne irgendeine Schädigung dieser Gebilde.

Daß in der Tat eigentliche Schultergürtelschußverletzungen — Infanterie- wie Artillerieverletzungen — nichts weniger als selten beobachtet wurden, dafür zunächst wieder einige Zahlen.

Der Sanitätsbericht über 1870/71 führt die Zahl der „Schulterschüsse“ mit 3656 an, wovon 1811 rechtsseitige, 1845 linksseitige. Die Infanterieverletzungen stellen dabei das weit größere Kontingent.

In der Statistik von MARWEDEL entfallen von 1586 Schußverletzungen 526 auf die obere Extremität, 71 auf den Schultergürtel, das wären 4,47% der Gesamtschußverletzten, 13,4% der oberen Extremitätenschüsse.

In unserer Statistik (Dr. PARTSCH: aus der Medizinalabteilung des Kriegsministeriums) kommen auf 1200 Schußverletzungen der oberen Extremität 142 des Schultergürtels = 11,8%.

Unseren eigenen (MÜLLER) Aufzeichnungen — sie erstrecken sich nur auf die von uns selber längere Zeit mitbeobachteten bzw. -behandelten Fälle, nicht auch auf die viel zahlreicheren „mitgesehenen“ — entnehmen wir 93 Schultergürtelschüsse auf 433 der oberen Extremität = 22,1%. Diese höhere Zahl für Schulterschüsse erklärt sich wohl zwanglos daraus, daß die letzte Statistik im wesentlichen schwerere operative Fälle enthält und diese an der Schulter relativ häufig waren. Ferner aber sind bei diesen Zahlen auch die



Abb. 35. Schematische Darstellung verschiedener Schußrichtungen des Schultergürtels.

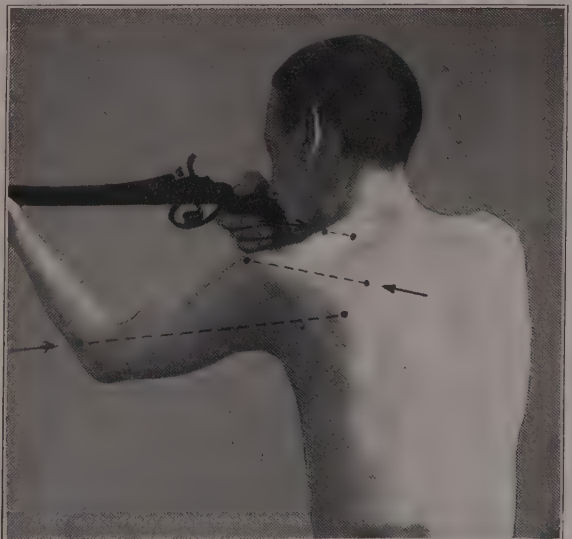


Abb. 36. Schematische Darstellung verschiedener Schußrichtungen des Schultergürtels.



Abb. 37. Schematische Darstellung verschiedener Schußrichtungen des Schultergürtels.

Skapula-Schultergelenk-Schüsse mit inbegriffen, da sie sich ja weder anatomisch noch vom praktisch-klinischen Standpunkte aus von den Skapulaschüssen trennen lassen, vielmehr relativ oft das ganze Krankheitsbild beherrschten.

Als Schultergürtelschüsse im engeren Sinne wären ja wesentlich nur diejenigen, welche sich im Gebiete der Klavikula mit ihren beiden Gelenken, der Skapula mit ihren drei Fortsätzen und der mit diesen beiden Knochen in Verbindung stehenden Weichgebilde abspielen, zu betrachten. Wollte man aber dabei die komplizierenden Verletzungen des Plex. brach., die Gefäßverletzungen zwischen Klavikula und Skapula, eine Fraktur der 1. Rippe ganz übergehen, so wäre das Bild der Schulter-schüsse wieder unvollständig. Auch solche Verletzungen haben in nicht wenigen Fällen

das klinische Bild vollkommen beherrscht. Wenn wir unter Hinweis auf diese Möglichkeiten zunächst das Material unserer eigenen Aufzeichnungen sichten, so ergeben sich für die 93 Schulterschüsse:

Weichteilschüsse . . . . .	28
Knochen- und Knochengelenkschüsse . . . . .	65
Darunter Schultergelenk . . . . .	22

Im einzelnen ergaben sich aber weiter recht verschiedene Bilder, pathologisch-anatomisch wie klinisch genommen.

#### b) Weichteilschüsse des Schultergürtels.

Von den 27 Weichteilschüssen betrafen 11 die Partien medial vom Proc. coracoideus, 9 wesentlich die hinteren Weichteile (der Skapulargegend), 3 die Gegend des M. del-



Abb. 38. Schematische Darstellung verschiedener Schußrichtungen des Schultergürtels.

toideus, die übrigen 4 sind nicht genauer bezeichnet. In der Mehrzahl der Fälle hat es sich um Steckschüsse, in etwas geringerer Zahl um Durchschüsse, in einigen um ausgedehntere Weichteilerreißung (Granatverletzungen) gehandelt. Plexusläsionen wurden 4mal, Gefäßverletzungen bzw. Aneurysmen 5mal beobachtet. Von den 27 Fällen sind nur 8 als aseptische, die übrigen 19 als infizierte bezeichnet, der größere Teil wieder als schwer infiziert und durch phlegmonöse Prozesse unter der Skapula, in der Fossa axillaris (Senkungen) im Verlauf gekennzeichnet. Daß es sich dabei doch öfter auch um sekundäre Infektionen nach fruchtlosem Suchen nach dem Geschoß handelt, möchten wir ganz besonders hervorheben. Die aseptisch verlaufenen Infanteriegeschöß-



Durch- und -Steckschüsse, wie wir sie namentlich in den ersten Kriegsmonaten im Westen oft zu sehen bekamen — unser Beobachtungsmaterial umfaßt mindestens die 10fache Zahl der angeführten 93 Schulterschüsse — kamen uns später, und besonders im Osten, immer seltener zu Gesicht, wenn wir von einfachen Streif- und Haarseilschüssen absehen. Allerdings traten ja auch im Osten die schwereren Granatsplitterverletzungen immer mehr in den Vordergrund, die zum allergrößten Teil auch im Gebiete der Schulter mit Eiterung verliefen. Gleichwohl entsinnen wir uns außer einem genauer gebuchten Falle nur dreier Weichteilschüsse der Schultergegend mit tödlichem Verlauf, darunter zwei Fälle von Tod nach Aneurysmaoperation im infizierten Gewebe, ein Fall von Gasphegmone. Da wir aber nur die wenigsten Fälle unserer gebuchten Kasuistik bis zum Ablauf verfolgen konnten, möchten wir uns Zurückhaltung in unserem Urteil über die Mortalität auferlegen. Aus der ersten Zeit in Belgien und Frankreich sind uns Schulterschüsse in Erinnerung geblieben, welche einen durchaus harmlosen Eindruck machten, und wenn man bedenkt, eine wie große Zahl von Verwundeten der deutschen Armee wieder dienstfähig geworden ist (bis 80% und mehr!), so kann man doch auch ohne Zwang annehmen, daß die Zahl glücklich verlaufener Schulterschüsse viel größer ist, als es unserer Statistik nach scheinen könnte.

Es ist ja Tatsache, daß die leichteren, glatt verlaufenen Fälle dem Gedächtnis weit rascher entrückt werden als die schweren, die wir als beratende Chirurgen naturgemäß häufiger zu Gesicht bekamen.

Verletzungen, die zunächst als Schulterschüsse imponierten, die sich aber bald oder später vielmehr als „Halsschüsse“ entpuppten, haben wir eine größere Anzahl erlebt, darunter 3 Schrägschüsse mit Wirbelsäulenverletzung, mehrere mit Verletzung des Mediastinum antic. oder posticum, 3 mit Querschüssen durch den Hals, 3 mit Lungenspitzenverletzung. Diese sind in unseren obigen Zahlen nicht mitgerechnet, wir führen sie hier nur an als Beispiele für das eingangs Gesagte. Solche Verletzungen verliefen selbstredend in größerer Zahl auch tödlich. Die Mehrzahl der Schultergürtelweichteilschüsse nahm, wenn auch z. T. mit Eiterung und nach lang dauernder Behandlung, günstigen Verlauf, das dürfte den Eindrücken wohl der meisten Fachgenossen entsprechen.

Die Behandlung der Schulterweichteilschüsse gestaltete sich demgemäß ja auch im ganzen einfach, falls sie früh in sachgemäße Lazarettbehandlung kamen. Die Mitella als Ruheverband, der gewöhnliche aseptische Wundverband genügten in der großen Mehrzahl. Mühevoller waren aber die Fälle mit Eiterung und namentlich mit Senkungen des Eiters unter den tieferen Muskellagen des Rückens, in der Fossa subscapularis und axillaris, oder nach dem Oberarm hin. Mühevoll auch gestaltete sich in gar manchen Fällen von langsam verlaufenden Weichteilschüssen die Behebung der Kontrakturen im Anschluß an die Ruhigstellung nach den vielfach doch schmerzhaften entzündlichen Muskelerkrankungen, ganz besonders nach Granatverletzungen, wovon sich wohl viele in Heimatlazaretten zu überzeugen Gelegenheit hatten. Gehören doch gerade die nach subkapularen und axillaren, nach subpektoralen Phlegmonen nachbleibenden myogenen Kontrakturen im Bereiche der Schulter zu den hartnäckigen Folgeerscheinungen, wenn ihnen nicht frühzeitig die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wurde oder werden kann. Das erleben wir ja auch in der Friedenschirurgie.

### c) Schußverletzungen der Klavikula.

Reine Klavikulaschüsse ohne Nebenverletzungen gehörten unserer Beobachtung nach wie auch in früheren Kriegen zu den seltenen Kriegsverletzungen. Nur 4 von unseren 93 Schulterschüssen gehören hierher, von denen interessanterweise 2 sich als doppelseitige erwiesen. Alle 4 bzw. 6 hatten den Charakter von Infanteriegeschöß-



-Tangentialschüssen. In allen 4 war konsekutive Vereiterung des Sternoklavikulargelenkes eingetreten. In einem Falle lag eine reine Längsfraktur des Schlüsselbeines vor, das nur am sternalen Ende eine Rinne zeigte (kleiner Granatsplitter). In den übrigen 3 bzw. 5 Fällen lag je eine stärkere Splitterung des Knochens vor, vom Aussehen der gewöhnlichen Biegungsbrüche. Außer diesen Fällen seien noch erwähnt je ein Schuß (Granatsplitterchen) des sternalen Endes der Klavikula und ein Rinnenschuß, der nur das Akromion (schräg) betraf (Geschoßart unbestimmt). Im ersteren Falle Lochsteckschuß mit Gelenkinfektion (harmlos).

Die Mehrzahl der als Klavikulaschüsse anzusprechenden — außer den vorstehend erwähnten noch 21 — stellen hinsichtlich der Knochenverletzung nur Teilerscheinungen von Schultergürtelschüssen recht verschiedener Art dar. Am häufigsten waren die in sagittaler Richtung — ventrodorsal, aber auch dorsoventral — verlaufenden Durch- und Steckschüsse, in unserer Kasuistik II 15 bzw. 7. Dabei teils Klavikula- und Skapulafraktur, teils Steckenbleiben des Geschosses im klavikulo-skapularen Raume nach Fraktur nur eines Knochens. Der Sitz des Geschosses war sehr verschieden in den einzelnen Fällen, meist unter oder in der Muskulatur. Daß die Richtung nicht immer streng sagittal, sondern auch mehr schräg war, ist einleuchtend.

Daß auch von der lateralen Seite, lateral-vor und lateral-hinten, durch die subakromiale Gegend, dicht über und dicht unter der Klavikula, durch den Humeruskopf quer-halswärts verlaufende Schüsse gar nicht selten zur Beobachtung kamen, erscheint unter Hinweis auf die S. 145 u. 146 gegebenen Schußmöglichkeiten selbstverständlich. Waren es Granatsplitterverletzungen, so verliefen diese auch hier zumeist mit Eiterung und folgender Nekrosierung von öfter ausgedehnten Abschnitten der Klavikula bzw. Skapula, und den dabei nötig werdenden chirurgischen Eingriffen waren durch die Anatomie der Schultergegend mancherlei Hindernisse im Einzelfalle geboten, gar nicht zu reden von den dabei öfter vorgekommenen Blutungen aus Hauptästen der Vasa subclavia und axillaria. Wir haben jeden der in Betracht kommenden Äste gelegentlich einmal zu unterbinden nötig gehabt. Gleichwohl sind Todesfälle auch bei den Knochenschüssen des Schultergürtels unseren Eindrücken und unserer Erinnerung nach selten gewesen, jedenfalls weit seltener als bei analogen Verletzungen der Beckenhüftgegend. Diese Ansicht dürfte wohl bei den meisten Fachgenossen Zustimmung finden. Aber langwierige, konsumierende Eiterungen mit Senkungen, die wiederholte Eingriffe erforderten, gaben doch vielen derartigen Verletzungen das unliebsame Gepräge nach anfangs harmlosem Charakter. Mehr oder weniger schwere funktionelle Störungen, insbesondere des Schultergelenkes, überwogen unseren Eindrücken nach bei solchen Fällen mit mehr chronischem Verlauf doch erheblich gegen die funktionell günstig verlaufenen, ohne daß wir in der Lage wären, dies zahlenmäßig zu erweisen. Infanterie- und Schrapnellschüsse, namentlich Durchschüsse, hatten auch hier im ganzen eher günstigen Verlauf als Artillerieverletzungen, bei denen es auch nicht selten zu sehr erheblichen, die Funktion schwer schädigenden Muskelzerreißen gekommen war. Den prophylaktischen Wundversorgungseingriffen waren hier natürlich vielfach anatomisch begründete Grenzen gezogen.

#### d) Schußbrüche der Skapula.

Isolierte Schußfrakturen der Skapula waren unseren Beobachtungen nach weniger selten als die des Schlüsselbeines. Sie betrafen etwas häufiger die Fortsätze, besonders den Gelenkfortsatz, als den Körper des Knochens. In unserer Kasuistik von 93 Schulterschüssen entfallen 10 auf die Skapula (ohne anderweite Knochenverletzung). Die Schüsse des Schulterblattkörpers, zumeist Lochschüsse von Kalibergröße und größer, öfter mit Sprüngen bis zur Zwei- und Dreiteilung des Knochens in querer, seltener in Längsrichtung, hatten, falls sie ohne Eiterung verliefen, alle einen harmlosen Charakter, erforderten weder pathologisch-anatomisch noch hinsichtlich Be-

handlung besonderes Interesse. Anders die Schüsse der Fortsätze, zumal des Gelenkfortsatzes, die zum größeren Teil Gelenkschüsse waren. Aber auch das Akromion sahen wir mehrere Male mit Eiterung des Akromioklavikulargelenkes unter ernsteren klinischen Erscheinungen betroffen (Senkungen, hohes Fieber). Isolierte Streifschüsse des Akromion waren nicht selten, meist natürlich auch mit Deltoideusverletzung einhergehend, als Gewehrschüsse harmlos, als Granatschüsse öfter durch Eiterung und Senkungen kompliziert. Abschüsse des Proc. coracoideus als Teilerscheinung ernsterer Schulterschüsse, einmal aber auch als isolierter Knochen- schuß (Steckschuß), kamen vor.

Auch Beobachtungen von z. T. recht ausgedehnter sekundärer Osteomyelitis der Skapula sind zweimal in unserer Kasuistik notiert. In solchen Fällen ist die Entfernung auch größerer Abschnitte des Knochens geboten gewesen, namentlich an der Spina sc., bzw. ihrem Übergang in Körper und Akromion. Aber die große Mehrzahl der Skapulaschüsse stellte nur Teilverletzungen von Schultergürtelschüssen dar, und gleichzeitige Frakturen des Humeruskopfes, der Klavikula, der obersten Rippen, auch der Wirbelsäule standen dann meist im Vordergrund des klinischen Bildes. Doppelseitige Skapulaschüsse, zweifellos der Effekt frontaler Tangentialschüsse, sahen wir zweimal durch Infanteriegeschoß. Beide Fälle hatten und behielten harmlosen Charakter.

#### e) Schultersteckschüsse.

Eine gesonderte Betrachtung erheischen noch die Steckschüsse der Schulter- gegend, die relativ häufig vorkamen. In unserer Statistik (93 Fälle insgesamt) zählen wir 41 Steckschüsse. Von diesen waren

Infanteriegeschoßverletzungen . . . . .	12
Schrapnellverletzungen . . . . .	13
Granatverletzungen . . . . .	15
Unbestimmt . . . . .	2

also ziemlich gleichmäßig verteilt auf die verschiedenen Geschoßarten. Diese Steckschüsse des Schultergürtels boten neben einigen Typen ein recht wechselvolles Bild und auch aus praktischen Gründen bald wachsendes Interesse für jeden, der eine Anzahl einschlägiger Beobachtungen zu machen Gelegenheit hatte. Scheinbar ganz harmlose, auch in Röntgenbildern völlig klarliegende, bis auf  $\frac{1}{2}$  cm hinsichtlich ihres Sitzes „berechnete“ Geschosse oder Geschoßteile erwiesen sich bei der Operation nicht selten als richtige „Versteckschüsse“, und es endete daher auch für geübte Operateure mancher Fall mit unbefriedigendem Ergebnis oder mit ungeahnt lange dauern- dem Suchen, und als Operation, die mit den Beschwerden des Verletzten nicht mehr im Einklang standen, aber auch öfter zu sekundären, recht unliebsamen Infektionen führten. Gar mancher weniger Geübte hat in derartigen Fällen die Operation abgebrochen, weil er sich in dem etwas heiklen retroklavikularen Raume, in der Gegend des Skapulahalses usw., nicht genügend „zu Hause fühlte“. Auch dem Geübten boten in Einzelfällen die anatomischen Verhältnisse, besonders in der Nachbarschaft des zu schonenden Schultergelenkes, des Plexus und der an der Schulter stark verzweigten Arterienäste Schwierigkeiten. Mehrfach fanden wir auch in röntgenologisch auf- geklärten Fällen Geschosse und Geschoßteile, die Beschwerden bedingten, zwischen Bündeln des Plexus brachial. hinter stärkeren Gefäßästen eingekapselt und versteckt, und nach Freilegung dieser Gebilde nicht ohne weiteres abtastbar.

Obwohl gerade für die Diagnose der Schultersteckschüsse die auch in den Kriegs- Röntgenlaboratorien stetig verbesserte Apparatur und Technik außerordentlich wert- volle Dienste leisteten, gab es doch immer wieder Steckschüsse, bei welchen trotz ge- nauester Lokalisation im Röntgenbild die Aufgabe des operativen Aufsuchens des

Projektils aus örtlich anatomischen Gründen auch für den Fachchirurgen eine schwierige war und ab und zu ungelöst blieb. Wir haben mehrfach von Kriegsoperateuren die Ansicht gehört, daß sie bei Steckschüssen des Schultergürtels ohne dringende Indikation von Operationen wegen unliebsamer Erfahrungen ganz abzusehen vorzögen. Daß unter den Steckschüssen der Schultergegend auch eine relativ große Zahl Knochenschüsse waren, sei noch erwähnt, obwohl es eigentlich selbstverständlich ist. Besonders die Steckschüsse des Skapulahalses boten technische Schwierigkeiten bei Operationen, obwohl ja die Diagnose des Sitzes der Projektile hier, wie überhaupt in der Schultergürtelgegend, in Feld- und Kriegslazaretten durch die modernen Röntgenmethoden vielerorts durchaus auf der Höhe stand. Die röntgenologische Untersuchung erschien für jeden einigermaßen Erfahrenen vor Steckschußoperationen geradezu erforderlich, wollte man nicht Gefahr laufen, länger dauernde und dann meist nicht ganz ungefährliche Eingriffe resultatlos vorzunehmen. Gleichwohl bot aber gerade im Schultergebiet die Deutung gar manches Steckschußbildes Schwierigkeiten. Es muß aber hervorgehoben werden, daß die Aufnahmetechnik während des Krieges und an der Hand des Kriegsmaterials sehr erfreuliche Fortschritte gemacht hat, die besonders auch der Sicherheit in der Diagnostik der Schultersteckschüsse zugute kamen (z. B. axillare Aufnahmen nach ISELIN). Bezüglich dieser Fortschritte muß auf das Kapitel IX dieses Werkes verwiesen werden.

Zahlenmäßig ausgedrückt ergaben unsere eigenen Fälle von Schultergürtelschüssen, zu welchen ich noch einen Sektionsfall der PARTSCHSchen Statistik hinzurechne, folgende Verteilung.

### I. Schußrichtung.

1. Sagittalschüsse:	
a) in ventrodorsaler Richtung . . . . .	23
b) in dorsoventraler Richtung . . . . .	7
c) unsicher. . . . .	8
	<hr/>
	38
2. Tangentialschüsse:	
a) vordere . . . . .	7
b) hintere . . . . .	5
c) laterale . . . . .	4
	<hr/>
	16
3. Quere und schräge Schüsse:	
a) in humerosternaler Richtung . . . . .	11
b) in sternohumeraler Richtung . . . . .	7
	<hr/>
	18
4. Als (wahrscheinlich) während des Durchtritts abgelenkte Geschosse . . . . .	9
5. In der Richtung von oben nach unten (liegend oder bei vorgestrecktem, gebeugtem Oberkörper) . . .	3
6. Unbestimmbar . . . . .	24
	<hr/>
	36

### II. Nach Geschoßart (MÜLLER):

1. Infanteriegeschosß . . . . .	37
2. Granatgeschosß . . . . .	33
3. Schrapnell . . . . .	16
4. Unbestimmt . . . . .	7
	<hr/>
	93



## Nach PARTSCH (Skapula):

1. Infanteriegeschöß . . . . .	11
2. Artilleriegeschöß . . . . .	8
3. Schrapnell . . . . .	2
4. Unbestimmt . . . . .	1
	<hr/>
	22

## Klavikula (PARTSCH):

1. Infanteriegeschöß . . . . .	8
2. Artilleriegeschöß . . . . .	2
3. Schrapnell . . . . .	1
	<hr/>
	11

Was endlich die wesentliche Frage „infiziert oder nicht“ betrifft, so gibt unsere Statistik (MÜLLER) zahlenmäßig ein recht ungünstiges Ergebnis. Von den 93 Schultergürtelschüssen waren nur 21 als „nicht infiziert“ zu bezeichnen, 35 als „leicht infiziert“, d. h. mit nur lokalen Phlegmonen, Abszessen oder im Fistelstadium mit Nekrosenbildung. Die übrigen 37 Fälle mußten als „schwerer und schwer infiziert“ gebucht werden. Also etwas mehr als dreimal soviel infizierte als aseptisch verlaufene! — Dabei sind allerdings, wie eingangs bereits angedeutet, die Schultergelenkschüsse mit Schulterbeteiligung inbegriffen. Von diesen aber ist bekannt, daß der größere Teil der Infektion anheimfiel. So berechnet z. B. auch MARWEDEL nach seiner Heimatlazarettstatistik 60% „Schwerinfektionsfälle“ fürs Schultergelenk.

## f) Behandlung der Schultergürtelschüsse.

Die Behandlung der meisten Schulterschüsse, von Schultergelenkschüssen abgesehen, gestaltete sich relativ einfach und läßt sich wohl summarisch betrachten. Daß in vielen Fällen, besonders von Weichteilschüssen, außer dem Wundverband die Mitella als Ruheverband auch zur Weiterbehandlung vollkommen ausreichend war, braucht kaum erwähnt zu werden. Vielfach fanden zur besseren Ruhigstellung der Appretur-(Stärke-)Verband, auch verschiedene Schienen, insbesondere biegsame Drahtschienen, Pappschienen, sachgemäße Verwendung. Schwierigkeiten waren im wesentlichen nur bei den ja doch zahlreichen Fällen von Mitbeteiligung des Schultergelenkes, insbesondere beim Schußbruch des Gelenkfortsatzes der Skapula, auch des Humeruskopfes, gegeben. Hier sei darüber nur soviel gesagt, daß sich die Verbandtechnik der Schulterschüsse in diesem Sinne zunehmend verbessert hat durch die Einbürgerung der modernen Grundsätze: Schienenextensionsapparate für Abduktionsstellung des Oberarmes, mit der Möglichkeit, die distalen Gelenke zu bewegen. Das Nähere darüber findet sich in den Kapiteln: Gelenkschüsse und Oberarmschußfrakturen.

Über die Fernergebnisse der Schulterschußverletzungen vermögen wir ein irgend abschließendes Urteil nicht abzugeben. Nur wenige Patienten konnten wir bis zur Heilung und gar darüber hinaus weiter verfolgen. Aber zu Gesicht gekommen sind uns während und nach dem Kriege doch genug Patienten mit Schulterschüssen nach erfolgter Heilung. Der Heilerfolg war sehr verschieden in den einzelnen Fällen. Schultergürtelweichteilschüsse heilten ja im ganzen mit nur geringen oder keinen Funktionsstörungen aus, aber von den Knochenschüssen, zumal denjenigen mit Eiterung, es waren viele, dürfte doch der größere Teil, besonders wenn das Schultergelenk — auch die Gelenke der Klavikula spielten dabei eine Rolle — beteiligt war, mit mehr oder weniger beträchtlichen Funktionsstörungen geheilt sein. Das darf man schon nach den Erfahrungen der Friedenschirurgie annehmen.

Wenn nach den Berechnungen von PERTHES (in der Heimat) rund 40% Schultergelenkverletzungen wieder kriegsverwendungsfähig und nur 27% vollkommen dienst-

unbrauchbar geworden waren, so bleibt doch zu bedenken, daß während des Krieges in zunehmender Weise die Rigorosität bei der Abgabe dieser Urteile nachgelassen hat, und daß, wenigstens in den ersten zwei Jahren, ein großer Teil der Verwundeten den Willen bekundete, wieder „hinauszukommen“. Man wird also aus diesem an sich erfreulichen statistischen Ergebnis ein sicheres Urteil über die Häufigkeit leichter und schwerer Funktionsstörungen der Schulter, bzw. der betreffenden Extremität, nicht ohne weiteres ableiten dürfen. Wir haben mehrere Fälle von total versteiftem Schultergelenk im Gedächtnis von Offizieren, die trotzdem kriegsdienstfähig waren, weil sie's sein wollten. Mit besonderem Interesse muß man gerade der Beantwortung der Frage der Endresultate der Schulterschüsse entgegensehen, insbesondere auch unter Berücksichtigung der zahlreichen in den letzten beiden Kriegsjahren und später in Tätigkeit gewesenen medikomechanischen Nachbehandlungslazaretten draußen wie in der Heimat, die ja vielfach in der Lage waren, die so notwendige Frühbehandlung der Schultergelenkverletzungen, d. h. noch während oder direkt nach der Wundheilung zu übernehmen.

Große, verstümmelnde Operationen, wie etwa Skapulaexstirpation, Schultergürtelentfernung oder gar die Exarticulatio interscapulo-thoracalis haben wir weder selber wegen Schultergürtelschüssen vorzunehmen nötig gehabt, noch von anderen ausgeführt gesehen.

#### g) Schußverletzungen des Oberarmes.

Über die Häufigkeit der Oberarmschüsse haben wir bereits eingangs einige Angaben bringen müssen. Obwohl planmäßig hier die anstoßenden Gelenke des Humerus, ebenso Gefäß- und Nervenverletzungen, weil in gesonderten Kapiteln abzuhandeln, außer Betracht bleiben sollen, erscheint es kaum möglich, sie ganz zu übergehen, soll das Bild der Oberarmschüsse wenigstens einigermaßen vollständig sein, da ja in nicht wenigen der einzelnen Fälle Gelenk-, Gefäß- und Nervenverletzungen das klinische Bild und die Bedeutung des Oberarmschusses beherrscht haben.

Oberarmschüsse waren im ganzen sehr häufig. Wir sahen oben, daß nach der einen von unseren Statistiken (PARTSCH) unter 1200 Schußverletzungen der oberen Extremität 430 = 35,8 % Oberarmschüsse waren gegenüber 142 Schußverletzungen des Schultergürtels.

In der MARWEDELSchen Statistik: unter 1586 Schußverletzungen überhaupt 526 der oberen Extremität = 33,7 %, 172 des Oberarmes = 10,8 %.

Die Berechnung aus unserer II. Statistik (MÜLLER, nach persönlichen Aufzeichnungen) ergab andere Zahlen: unter 2390 Schußverletzungen 433 der oberen Extremität = 18,1 %, davon 114 Oberarmschüsse = 4,76 % und 93 Schultergürtelschüsse = 3,8 %.

Die Differenz gegenüber den vorhergehenden Berechnungen erklärt sich unseres Erachtens zwanglos daraus, daß in unserer letzten Statistik viele Hand- und Fingerschüsse, auch leichtere Weichteilschüsse nicht enthalten sind, weil sie, wie früher bereits erwähnt, nicht zur Lazarettaufnahme kamen, sondern gleich weiter rückwärts transportiert wurden. Unsere (MÜLLER) Aufzeichnungen beziehen sich im wesentlichen auf schwerere Fälle (gesiebttes Material).

In der PARTSCHSchen Zusammenstellung aus 30000 Krankengeschichten fanden sich weiter die Schußverletzungen in folgender Weise auf die einzelnen Abschnitte des Oberarmes verteilt.

Es war betroffen:

das obere Drittel (einschl. Gelenk) . . . . .	in 25,4 %
das mittlere Drittel . . . . .	„ 38,37 %
das untere Drittel . . . . .	„ 27 %
das obere Drittel (Gelenkteil) . . . . .	„ 3,7 %
das untere Drittel (Gelenkteil) . . . . .	„ 5,45 %

Wir sehen daraus, daß das mittlere Drittel, also der eigentliche Diaphysenabschnitt, obenan steht in der Häufigkeitsskala.

Daß sich aber aus den angeführten statistischen Daten kein einwandfreies Bild der Häufigkeit der Oberarmschußverletzungen im Weltkriege ergibt, erscheint selbstverständlich. Sie sind viel zu gering an Zahl und entstammen ungleichen Beobachtungsstätten mit ungleichem Material. Die Riesen Zahlen der Verwundeten, wie sie im groben ja in der Einleitung zu diesem Werke in maßgebender Weise festgelegt sind, lassen alle die kleinen Statistiken, die höchstens nach wenigen Tausenden von Fällen gefertigt sind, nur als schwache Versuche erscheinen.

Wenn man aber andererseits auf dem Wege des Vergleiches mit früher gewonnenen Zahlen überprüft, so lassen sich, wie dies auch seitens anderer Autoren bereits geschehen ist, immerhin Anhaltspunkte beibringen zu Wahrscheinlichkeitsschlüssen hinsichtlich der Frequenz der Schußverletzungen für eine spätere abschließende Statistik.

Wenn sich aus den offiziellen Berechnungen für den Krieg 1870/71 23,3 % Oberarmverletzungen (7550 auf 32500 Gesamtzahl der oberen Extremität) ergeben haben und 12,46 % Schultergürtelverletzungen; wenn HAGA aus dem Japanisch-Chinesischen Kriege 1894/95 36,2 % für den Oberarm, 17,3 % für die Schulter berechnet, wobei wesentlich Infanterieverletzungen in Betracht kamen, so können diese Zahlen in Beibehaltung der oben gebrachten immerhin ein Licht darauf werfen, was die abschließende Statistik der Zukunft ungefähr erwarten läßt. Die große Häufigkeit der Oberarmschüsse, die an der oberen Extremität nur noch durch die Hand-Finger-Schüsse übertroffen wird, wie aus den meisten Statistiken hervorgeht, wird wohl mit Recht seit langem damit erklärt, daß die obere Extremität bei jeglicher Schieß- und Kampftechnik besonders exponiert ist. Der Oberarm speziell bietet durch seine meist starken Muskellager das relativ breiteste Ziel des Armes dar. Der rechte Oberarm wiederum ist beim Schießen weniger geschützt als der mehr gestreckt gehaltene linke, wenigstens für von vorn treffende Geschosse. Durch eine ganze Reihe von Statistiken ist bestätigt, daß im allgemeinen zwar die linke Seite der oberen Extremität häufiger betroffen wird als die rechte, der Oberarm aber sich häufiger rechtsseitig betroffen ergibt.

Nach unseren eigenen (MÜLLER) Aufzeichnungen über 180 Schußverletzungen der Arme ergaben sich:

53mal	der rechte Oberarm
43 „ „	linke „
4 „	beide Oberarme
4 „	gleichzeitig linker Ober- und linker Vorderarm betroffen.

Diese 103 Oberarmschüsse waren:

57mal	durch Infanteriegeschöß	} (Diese Zahlen kommen den Prozentzahlen annähernd gleich.)
37 „ „	Artilleriegeschöß	
4 „ „	Schrapnell	
5 „ „	Handgranate, Mine	

verursacht. Es überwogen also hier die Infanterieverletzungen.

Nach unserer anderen Zusammenstellung (PARTSCH) war das Verhältnis der einzelnen Geschößarten für die Oberarmschüsse:

Infanteriegeschöß	. . . . .	in 51,7 %
Artilleriegeschöß.	. . . . .	„ 37,6 %
Schrapnell	. . . . .	„ 10,7 %

Eine nennenswerte Differenz ergibt sich bei diesen beiden Zählungen nur hinsichtlich der Schrapnellschüsse.

Bezüglich des Verhältnisses von Weichteilschüssen zu den Schußfrakturen bei den 430 Oberarmschüssen (PARTSCH) verzeichnen wir 279 = 64 % Weichteil-



schüsse,  $151 = 35,1\%$  Knochenschüsse. Außerdem 20 Schultergelenk-, 26 Ellbogen-gelenkschüsse.

Die Angaben anderer Autoren enthalten ebenfalls meist ein nennenswertes Plus für die Weichteilschüsse, schwanken aber doch nicht unerheblich, und zwar zwischen etwa 83 % und 60 % für Weichteil- und 45 % und 15 % für Knochenschüsse des Oberarmes, und es fehlt auch nicht an Statistiken, in welchen die Ziffer für Oberarmknochenschüsse höher ist als für Weichteilschüsse. Wohl mit Recht betont demgegenüber H. SEIDEL\*) in seiner wertvollen Monographie über die Schußverletzungen der oberen Extremität, daß solche Zahlenergebnisse nur mit Vorsicht für eine allgemeingültige Statistik verwertet werden dürfen, da vielfach die im ganzen als „leichte Verletzungen“ gehenden Weichteilschüsse — und das gilt ja besonders für die obere Extremität — gar keine Aufnahme in Lazaretten bedingten, sondern gleich weiter rückwärts abtransportiert wurden. In der Tat sahen wir, besonders in der ersten Zeit des Vormarsches im Westen, oft ganze Trupps mit Verband an Händen und Armen zu Fuß rückwärts zu den Etappenlazaretten sich begeben unter Führung. Es ist klar, daß auf diese Weise erhebliche Fehlerquellen bei der Schätzung der Häufigkeit der einzelnen Verletzungen gegeben waren. Ein endgültiges Urteil wird sich daher auch in dieser Frage erst nach Erscheinen der offiziellen Statistik, die alle Fälle umfaßt, ermöglichen lassen. Dabei wird die Korrektur gar mancher „Erstdiagnose“, wie sie beim raschen Durchgang großer Verwundetenmengen in Sammelstellen und rasch wieder zu räumenden Lazaretten ja oft nicht vermieden werden konnte, erforderlich sein, denn wie mancher anfangs als „Weichteilschuß“ gebuchter Fall hat sich erst im weiteren Verlaufe als Knochen- oder Gelenkschuß herausgestellt!

#### h) Weichteilschüsse des Oberarmes.

Das Überwiegen dieser über die Humerusschüsse ist ja nur natürlich, und es entspricht einem einfachen Rechenexempel, daß die bei den meisten Menschen an Masse überwiegenden Haut-, Fett-, Muskelmassen eine breitere Zielfläche liefern als der Humerus. Dazu kommt noch besonders für die im letzten Kriege nichts weniger als seltenen Fernschüsse die Geschoßablenkungsmöglichkeit des Knochens selber, der gar manches gegen ihn gerichtete Geschoß erst wieder in die Weichteile ablenkt, also den Weichteilschuß vollends bedingt, mag dabei auch öfter eine seichte Rinne am Knochen entstehen. Solche waren nicht selten und wurden meist erst zufällig entdeckt bei Erweiterung und Abtasten von Wunden behufs prophylaktischer Versorgung derselben oder bei schon bestehenden Infektionen. Daß aber dabei auch öfter Längs- oder Schrägfissuren übersehen wurden, dafür lieferte später gar manches Röntgenogramm den Beweis.

Im ganzen boten die reinen Weichteilschüsse des Oberarmes keine anderen Verhältnisse als an vielen anderen Körperstellen, speziell den Extremitäten: vielfach nur kleiner, kaum kalibergroßer Einschuß und Ausschuß bei Infanterieverletzungen, so daß man oft im Zweifel sein konnte, was Ein-, was Ausschuß war. Auch das Verhältnis: länglicher, größerer Einschuß, kleinerer Ausschuß“ kam öfter vor, ferner Querschlägereinschuß, aber Ausschuß in der Längsachse des Geschosses. Die Regel freilich entsprach dem, was die Friedensschießversuche längst ergeben hatten: kaliberkleiner Einschuß, etwas größerer Ausschuß für Fernschüsse, wesentlich größerer, oft sehr großer Ausschuß für Nahschüsse, vor allem bei Infanteriegeschößverletzungen. Daß der „große Ausschuß“ nicht nur Folge im Gewebe gedrehter Geschosse (Querschlägerausschuß), sondern auch durch die im Moment des Geschoßdurchtritts bestehende Muskelspannung mit bedingt war, steht fest. Starke Muskelspannung bedingt eben stärkere Gewebszertrümmerung, und die mitgerissenen Muskeltrümmer

\*) Ergebn. der Chir. u. Orthop. 1918 Bd. 10.

bewirken ihrerseits auch stärkere Hautzertrümmerung beim Ausschuß. Wir fanden aber, wie andere, gar nicht selten nicht den erwarteten Zertrümmerungskegel mit der Basis nach dem Ausschuß zu, sondern unregelmäßige Trümmerhöhlen in Muskeln, die sich vor kleinerem Faszienspalt erschöpft zu haben schienen.

Weit regellosere Bilder lieferten aber die zahlreichen, im Verlaufe des Krieges immer mehr in den Vordergrund getretenen Artilleriegeschößverletzungen auch an den Weichteilen des Oberarmes. Das Gesetzmäßige, das so viele Infanteriegeschößverletzungen boten, das auch bei Schrapnellschüssen noch eher angetroffen wurde, trat bei den Granatsplitterschüssen fast ganz in den Hintergrund. Das gleiche gilt von den „indirekten Geschossen“. Während die große Masse der Weichteilschüsse am Oberarm keine Besonderheiten bot, bedürfen doch einige Verletzungstypen für denselben einer gesonderten Erwähnung. Sie finden ihre Erklärung in der großen Verschieblichkeit der Oberarmhaut. Neben queren und schrägen Weichteilkanälen kamen nicht so selten sehr lange Schußkanäle unter der Haut, „Haarseilschüsse“, in der Längsrichtung des Armes verlaufend, vor (Abb. 36 u. 38), ferner nahe beieinander liegender Ein- und Ausschuß infolge Faltenabhebung einer Hauptpartie. Diese Schüsse werden als Effekt von Fernschüssen erklärt. Aber auch intermuskuläre, sehr lange Schußkanäle, z. B. im Sulcus bicipit. medial. und lateral. wurden beobachtet. Wir sahen zwei derartige Verletzte, bei dem einen war ausgedehnte (blande) Thrombose der Art. brachialis die Folge. In sehr fataler Weise machten sich Abhebungen der Haut ausgedehnter Art öfter geltend („Abloderung“), wie sie aus der Friedenschirurgie lange bekannt sind, auch durch stumpfe Verletzungen am Oberarm (und Vorderarm). Wie oft wurden die dadurch geschaffenen toten Räume unter der Haut mit Hämatabildung zum Ausgangspunkt schwerer Phlegmonen, auch mit Gasbazilleninfektion. Wie oft war da wegen folgender Hautangrän eine zweite höhere Amputation erforderlich!

Weichteilsteckschüsse fanden wir am Oberarm in wesentlich geringerer Zahl als z. B. im Schultergebiete, jedenfalls traten sie gegenüber den Durchschüssen stark in den Hintergrund, obwohl sie ja wohl von jedem erfahrenen Kriegsarzte oft genug sowohl bei Infanteriegeschossen wie Schrapnellkugeln, häufiger aber durch kleine Geschoßteile (Mantelstücke) und kleinere Granatsplitter beobachtet worden sind. Sie boten auch Anlaß zur Entfernung infolge örtlicher Infektionsherde oder störender Beziehungen zu Nervenstämmen oder Gefäßen des Oberarmes.

Daß auch Weichteildurchschüsse beider Oberarme durch ein Geschöß vor- kamen, wird von mehreren Autoren bestätigt. Wir verzeichnen 4 Fälle solcher Doppelschüsse unter einer Serie von 180 Oberarmschüssen. Der Einschuß und Ausschuß am zweitbetroffenen Arm pflegten dabei größer zu sein als am erstbetroffenen, was sich durch die Wirkung der mitgerissenen Gewebsteilchen erklärt.

#### i) Verlauf und Prognose der Oberarmweichteilschüsse.

Daß ein großer Teil, wohl der größte, der Oberarmweichteilschüsse durch Infanteriegeschosse, selbst diejenigen mit langem Schußkanal, als recht harmlose Verletzungen mit reaktionsloser Heilung und ohne Hinterlassung von Funktionsstörungen verlaufen sind, darüber dürfte wohl Einigkeit herrschen. Gar viele unserer Krieger mit solchen Verletzungen waren bereits nach 10–14 Tagen wieder kampffähig, besonders in den ersten Monaten des Krieges. Die Vorbedingungen zur Infektion — hier wie am Vorderarm — waren im ganzen weniger gegeben als an der unteren Extremität, weil Haut und Kleidung im allgemeinen dort für reinlicher gehalten als an der unteren Extremität gelten durften. Wir hatten namentlich in den ersten Monaten im Westen mit manchem den Eindruck, daß die Majorität der Oberarmweichteilschüsse harmlosen Verlauf nahm, wenn man von „Leichtinfektionen“ absieht, die ja unvermeidlich waren. Das änderte sich bereits mit Einsetzen des Stellungskrieges, mit der Zunahme der Artillerieverletzungen, und später, zumal im Osten, wurden die Eindrücke ganz andere. Es gab Zeiten und Lazarette, in welchen man weit mehr

infizierte Weichteilschüsse des Oberarmes zu sehen bekam als aseptische. Bei einzelnen Sanitätsformationen: Sanitätskompagnien wie Feldlazaretten, fiel allerdings immer einmal wieder die große Zahl aseptischer Fälle auf. Das lag ja sicher in den so verschiedenen Möglichkeiten früher oder späterer sachgemäßer Versorgung der Verletzten begründet, z. T. aber auch in der Qualität des versorgenden Sanitätspersonals einschließlich Ärzte!

Wir sind nicht in der Lage, eigene zahlenmäßige Belege für diese Tatsachen beizubringen. Ein Blick aber in eine der neuen Statistiken mag wenigstens ein ungefähres Erfahrungsbild geben.

MARWEDEL konnte bei seinen wertvollen Untersuchungen über die Infektionshäufigkeit der Schußverletzungen von 61 Oberarmweichteilschüssen 42 als nichtinfiziert („reizlos“), 19 als infiziert buchen. Von diesen 19 waren 12 leicht, 9 schwer infiziert. Todesfälle: 0. Also die große Mehrzahl verlief ohne Infektion. Granatverletzungen waren mehr wie doppelt so häufig infiziert als Infanterieverletzungen, ein Ergebnis, welches wohl auch den Eindrücken aller Kriegschirurgen entsprechen dürfte.

Die Behandlung der Weichteilschüsse des Oberarmes gestaltete sich im ganzen einfach, bei sehr vielen Infanteriedurchschüssen war außer dem einfachen Wundverband höchstens noch eine Mitella für 5—8 Tage erforderlich. Gar mancher hat nach dieser Frist wieder bei der Truppe gestanden, und wir sahen einzelne, welche sich nicht abhalten ließen, am Tage nach der Verwundung wieder zur Truppe abzurücken, weil einfache Fleisch- oder Hautschüsse oft nicht die geringsten Beschwerden bedingten. Leichtinfektionen, wie sie gelegentlich doch auch bei glatten Infanteriedurchschüssen infolge mitgerissener Kleider- oder anderer Uniformteile vorkamen, erforderten Spaltungen, nach denen oft überraschend schnell reaktionsloser Weiterverlauf einsetzte. Mühevoll gestaltete sich aber auch am Oberarm mancher Fall von Steckschuß. Insbesondere Granatsteckschüsse, selbst bei kleinen Splittern, machten wohl auch Eingriffe nötig, die als größere endeten, denn der Erwartung entsprach. Unseres Erachtens verliefen solche durchweg einfacher, wenn sie in völliger Blutleere vorgenommen wurden. Ohne solche mußte manche Steckschußoperation unverrichteter Dinge abgebrochen werden und zeitigte wohl gar weitere Infektionen, auch Gasphlegmonen. Daß schwerere Granatverletzungen, falls sie nur Weichteile des Oberarmes betrafen, hier wie überall nur selten ohne Infektion verliefen, daß sie bereits bei der primären prophylaktischen Wundversorgung, besonders mit Rücksicht auf die Frage der Schonung nicht primär verletzter Nerven- und Gefäßstämme Schwierigkeiten bereiten konnten, braucht kaum hervorgehoben zu werden. Die Gefäß- und Nervenverletzungen haben aber auch primär in relativ nicht wenigen Fällen das Interesse des Einzelfalles mehr als an den meisten anderen Körperstellen beherrscht. Da aber pathologische Anatomie und Klinik der Schüsse dieser Gebilde einem besonderen Abschnitt vorbehalten sind, begnügen wir uns hier mit diesem kurzen Hinweis.

#### k) Schußfrakturen des Oberarmes.

Diese verdienen programmgemäß unser besonderes Interesse, soweit sie sich auf die Diaphyse des Humerus und die beiden Metaphysen erstrecken. Die Epiphysenschüsse sind im Abschnitt „Gelenkschüsse“ abgehandelt. Da die Mitbeteiligung von Schulter- und Ellbogengelenk bei den Knochenschüssen des Humerus gar nicht selten zur Beobachtung kam und dann oft genug diagnostisch wie therapeutisch das Hauptinteresse des einzelnen Falles beanspruchte, sei hier wenigstens auf diese Tatsache hingewiesen, wie auch oben in dem Abschnitt über Skapulaverletzungen.

In unserer Statistik I (Dr. PARTSCH), wo unter 151 Fällen von Oberarmschußfraktur das obere Drittel des Humerus in 25,4 % betroffen war, ist eine Mitbeteiligung des Schultergelenkes in 3,78 % festgestellt worden. Das untere Drittel war in 27 % der Fälle betroffen, das Ellbogengelenk in 5,4 % dabei mitbeteiligt. Daß hiermit die Mög-



lichkeiten nicht erschöpft sind, daß vielmehr auch Diaphysenbrüche mit langen Längs- oder Schrägspalten einmal bis in die Gelenkzone reichten, sei erwähnt. Doch war diese Form von Schußbrüchen wesentlich seltener.

Von 114 Schußverletzungen des Oberarmes unserer II. Statistik, in der, wie erwähnt, die „schweren Fälle“ vorherrschen, war das Verhältnis von Schußbrüchen zu Weichteilverletzungen 39:63, bei MARWEDEL 61:64. Andere Statistiken, das erwähnten wir bereits oben, teils aus früheren Kriegen mit modernen Waffen, teils aus dem Weltkrieg, geben die Verhältniszahlen von Weichteil- zu Knochenschüssen des Oberarmes recht ungleich an. In der Mehrzahl derselben sind die Weichteilschüsse höher beziffert, einige wenige geben das Verhältnis umgekehrt an. Wir stimmen daher H. SEIDEL bei, wenn er hinsichtlich der allgemeingültigen, zahlenmäßigen Bewertung dieser verschiedenen Angaben zur Vorsicht mahnt. Hier kann ein einigermaßen zuverlässiges Bild nur geschaffen werden durch eine möglichst alle Fälle umfassende Statistik, wie sie frühestens wohl kaum vor 20 Jahren zu erwarten ist.

Daß Schußfrakturen des Oberarmes häufiger waren als die des Vorderarmes, das entspricht wohl den Erfahrungen der meisten Feldchirurgen. Es wird auch einigermaßen sicher belegt durch Zahlen. H. SEIDEL z. B. errechnet aus vorliegenden Statistiken auf 521 Oberarm- nur 231 Vorderarmbrüche durch Schußverletzung. Die ja kleinen Zahlen gewinnen an Bedeutung beim Vergleich mit den Ergebnissen der großen Statistik über 1870/71, wo das Verhältnis war: 2210 Oberarm- auf 1346 Vorderarmschußbrüche.



Abb. 39.

Epiphysen- und Gelenkgrenze (schwarze Linie) des Humerus. Schematisch.

#### 1) Pathologisch-Anatomisches über Diaphysen- und Metaphysenschüsse des Humerus.

Um die Grenzen des Gebietes, das uns zur Besprechung obliegt, zu veranschaulichen, möge ein Blick auf die schematische Abb. 39 genügen, welche zugleich das Verhältnis der Gelenkkapsel zu den Knochenenden und Epiphysenknorpeln, sowie die Struktur der Metaphysen andeuten mag. Da im Weltkriege auch nicht wenige Jugendliche mit noch nicht vollendeter Verknöcherung des Wachstumsknorpels beteiligt waren, sind diese Punkte nicht ganz ohne Interesse für die Frage der Frakturbegrenzung im oberen und unteren Drittel des Knochens. Es sei besonders auf das weite Herabreichen des Gelenkraumes an der medialen Vorderseite, am chirurgischen Hals hingewiesen (bursa bicipitis). Metaphysenschüsse, auch wenn Ein- und Ausschuß wesentlich tiefer lagen, reichten daher auf dem Wege von Fissuren öfter weiter bis in die Gelenkzone hinein, als es nach Ein- und Ausschuß anzunehmen war.

Wie bereits eingangs angedeutet, kamen, wenn auch nicht gerade häufig, die einfachsten und im ganzen meist harmlosen Knochenschüsse in Form von seichten, aber auch tieferen Knochenrinnen in allen Abschnitten des Humerus vor, mehr aber im Gebiete der mit dünnerer Kortikalis und bereits mit spongiösem Knochenbau versehenen Metaphysen (Abb. 40) als an der dickkrindigen Diaphyse.

Zweifellos waren dabei im wesentlichen Fernschüsse („Mattgeschosse“) im Spiel, falls keinerlei Knochensprünge von solchen Knochenrinnen ausgingen, während Schüsse der Nahzone, wenigstens Infanteriegeschosse, falls sie den Knochen streiften (Tangential-



Abb. 40.

Arm-Thorax-Steckschuß. Metaphysen-Rinnenschuß. Infanteriegeschöß. Röntgenpause.

schüsse) doch meist Splitterung, oft recht ausgedehnter Art, zur Folge hatten. Öfter beobachteten wir solche Rinnenschüsse des Humerus auch durch Schrapnellgeschosse, insbesondere bei Weichteilsteckschüssen. Nicht selten waren ferner dicht unter der Kortikalis gelegene halbkugelige, auch kugelige Knochenhöhlen mit steckender Schrapnellkugel. Radiäre, längs und schräg verlaufende Knochensprünge setzten sich von da aus fort, auch auf längere Strecken. Im oberen und unteren Drittel des Humerus fand sich ab und zu auch wohl ein größeres oder kleineres Segment des Knochens abgespalten (Keilwirkung des Geschosses) und seitwärts disloziert (Abb. 41 u. 42).

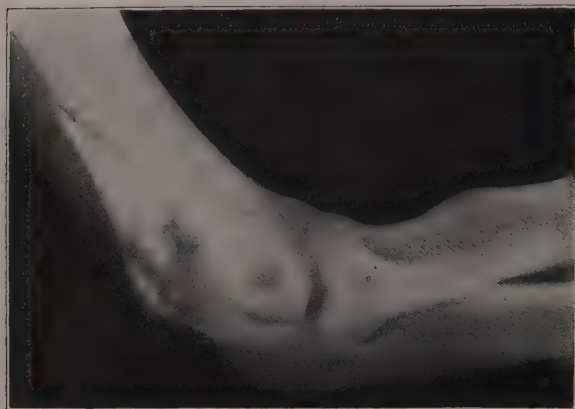


Abb. 41. Infanterielochschuß des Humerus mit unvollkommener Abspaltung eines größeren Knochenfragmentes. Röntgenbefund.

fissuren aber stellten sie einen Verletzungstypus dar, besonders durch Schrapnellgeschosse verursacht, und waren in dieser Form häufiger.

Über die Häufigkeit dieser verschiedenen Frakturformen vermögen wir zahlenmäßige Angaben nicht beizubringen, möchten aber hier nochmals darauf hinweisen, daß wohl gar mancher Fall von Lochschuß mit und ohne Sprünge, besonders in Zeiten mit lebhaftem Zu- und Abgang von Verletzten, unerkannt geblieben sein mag, zumal in den ersten

Wochen, wo nur wenige der Röntgenkontrolle unterworfen werden konnten.

Von weit größerer Bedeutung und begreiflicherweise sehr viel häufiger waren die Schußfrakturen des Diaphysenteiles des Humerus, aber auch der Metaphysen, bei welchen es zu mehr oder weniger starker Splitterung des Knochens gekommen war. Durch alle Geschosarten verursacht, kamen sie überall häufig zur Beobachtung. Bereits nach den ersten 6—8 Wochen konnten sie auch vielfach röntgenologisch festgestellt bzw. kontrolliert werden, und damit



Abb. 42. Schrapnelllochschoß d. Metaphyse d. Humerus mit Schrägsprung. Röntgenskizze.



Abb. 43. Ausgedehnte Zertrümmerung des unteren Humerusendes. Infanteriegeschos. Nahzone. Röntgenskizze (Pause).

zeigten sich alsbald im ganzen die Lehren bestätigt, wie sie die zahlreichen Schießversuche des Friedens gezeitigt hatten: Infanterieschüsse in der Nahzone bis 600 und 1000 m und noch darüber hinaus ergaben in der Mehrzahl bei meist kleinem Einschuß und oft recht großem Ausschuß mit Hautzerreißung erhebliche Knochenzersplitterung (Abb. 43), zahlreiche kleinere und kleinste Splitter, besonders reichlich in der Nähe des Ausschusses und hier mit beträchtlicher Gewebszertrümmerung und Zertrümmerungshöhlen in der Muskulatur,

ausgedehnte Periostzerreißung und infolgedessen Zerstreuung der Knochensplitter. Daß durch derartige Verletzungen häufig große Knochendefekte entstanden, war natürlich. Der Humerus bot dabei oft primär das Bild des traumatischen Schlotterarmes. Daß die bei Knochennahschüssen innerhalb der Grenzen 50—200 m oft erschreckende Größe des Ausschusses, die schon früh auf dem westlichen Kriegsschauplatz immer wieder zu der Behauptung Anlaß gab, es handle sich um Dumdumverletzungen, wesentlich durch die explosive Wirkung feinsten Knochentrümmer bedingt, öfter aber wohl auch infolge Drehung der Geschosse in den Geweben, sowie Mantelzersprengung, vermehrt war, entspricht den Erfahrungen der Schießversuche des Friedens. Den letzteren gleichfalls entsprechend fanden wir übrigens auch keineswegs selten bereits den Einschuß über kalibergroß, die Haut unregelmäßig zerrissen durch rückwärts dislozierte Knochensplitter, wie das in typischer Weise und häufiger besonders bei Ulna- und Tibiaschüssen beobachtet wurde und überhaupt bei Knochen, welche dicht unter der Haut liegen. Quer- und Schrägschläger mögen aber dabei ebenfalls eine ursächliche Rolle spielen.

Daß, wie allbekannt, mit zunehmenden Entfernungen die Zahl der Knochensplitter verringert, diese selber größer, weniger disloziert, das Periost in geringerem Maße zerrissen sind, daß weiter bei Entfernungen von 1800—2000 m und darüber mehr und mehr der Knochenschußbruch das Bild des „Schmetterlingsbruches“ (Abb. 44) zeigt, alles das konnte so überaus häufig bestätigt werden, daß wir diese Infanterieschußfrakturen als gesetzmäßige Schußbrüche des Humerus den später viel häufiger beobachteten, sehr verschiedenen Charakter bietenden Schußbrüchen durch Artilleriesgeschosse (zumeist Geschößsplitter) direkt gegenüberstellen möchten. Im Einzelfall allerdings bedarf dieser Begriff der Gesetzmäßigkeit mancher Einschränkungen. Wir haben oft versucht, seitens der Verwundeten klare Auskunft über die Entfernungen zu bekommen, aus welchen die betreffenden Schüsse erfolgt seien. Da kamen aber häufig Widersprüche gegenüber der Schätzung nach dem Frakturilde zutage. Wie uns scheint, bestand bei vielen das Bestreben, die Entfernungen geringer anzugeben als sie waren. Auch Deformierung der Geschosse, Zersprengung des Mantels, Umformung des geraden Schusses durch Ablenkung und Drehung in den Geweben bedingten gar oft ein Abweichen der Schußbilder vom Schema.

Schrapnellknochenschüsse zeigten, im ganzen genommen, weniger Gesetzmäßigkeit als solche durch Infanteriegeschosse. Die Knochensplitterung durch Schrapnellkugeln, bei welchen übrigens die Entfernungsfrage noch weit unsicherer beantwortet zu werden pflegte, war im allgemeinen geringer als bei Infanterie- und Granatgeschossen. Wohl kam es nicht selten zu annähernd queren oder schrägen, zackigen Abschüssen (Abb. 45—47), zu Herausschlagen von Knochensegmenten besonders in der Metaphysengegend wie in Abb. 41 u. 42. Aber auch Längs- und Spiralbrüche kamen zur Beobachtung bei Durch- wie bei Steckschüssen bzw. Tangentialschüssen. In unseren Aufzeichnungen finden wir auch mehrere Schrapnellschüsse erwähnt, bei welchen es zu Frakturen gekommen war, die durchaus den gewöhnlichen Biegungsbrüchen der Friedensverletzungen glichen: Heraussprengung mehr oder weniger rautenförmiger Fragmente (PERTHES).

Recht verschiedene pathologisch-anatomische Bilder boten die Granatschußfrakturen. Größe und Form der Geschößteile und auch die lebendige Kraft, mit welcher diese das Ziel trafen, waren so ungleich in den einzelnen Fällen, daß es schwer



Abb. 44.  
„Schmetterlingsbruch“  
d. Humerus.  
Infanteriegeschöß,  
Fernzone. Röntgenpause.



Abb. 45. Abschluß mit  
wenig Splitterung nahe  
der Metaphyse des Hu-  
merus. Schrapnell-  
schuß. Röntgenpause.



ist, an der Hand von „Typen“ ein Übersichtsbild derselben zu entwerfen. Kleine, erbsengroße Granatsplitter hatten des öfteren ausgedehnte Splitterbrüche erzeugt. Größere, oft scharfe Splitter (bis markstückgroß und größer) wurden wohl zur Hälfte

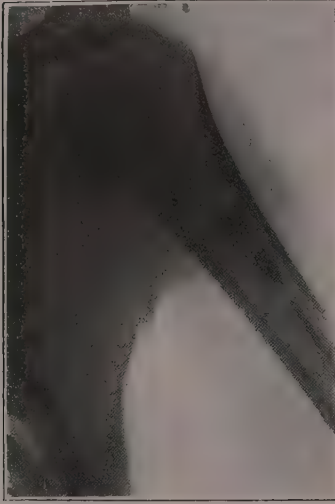


Abb. 46. Schrapnellsteckschuß des Humerus mit Längsfissur.  
Einschuß: Schulter.  
(Nach Guleke-Dietlen).

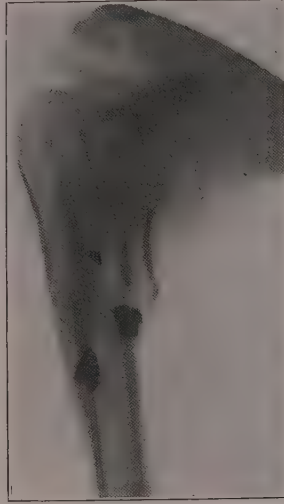


Abb. 47. Derselbe Fall wie Abb. 46 in anderer Richtung aufgenommen.

im Humerus steckend gefunden ohne auffallende Fissuren, andere ähnlicher Art hatten den Humerus glatt durchschlagen und zur reinen Querfraktur, wie „durchmeißelt“, geführt, andere wieder zu langen Schräg- oder Längsbrüchen (Abb. 48) der Diaphyse, auch wohl zur Abspaltung eines Stückes Kortikalis, das noch infedernder Verbindung mit Knochen und Periost blieb. Daß große Splitter außer zur Fraktur des Humerus auch zur mehr oder weniger vollständigen Durchtrennung der Oberarmweichteile (Amputation) geführt hatten, erscheint selbstverständlich. Und das Fatale bei der übergroßen Mehr-

zahl dieser Granatknochenschüsse: die Infektion, oft in den schwersten Formen, blieb nicht aus und bedingte bestenfalls langwierigen Verlauf mit Eiterung, Sequesterbildung. Aber trotzdem war die Mortalität der Oberarmschußbrüche eine relativ geringe, weit geringer als bei analogen Schüssen des Oberschenkels, auch des Vorderarmes.



Abb. 48.  
Granatsteckschuß mit Quer- u. Längssprüngen des Humerus.  
Röntgenpause.

#### m) Diagnose und Verlauf.

Wie viele von den häufiger geringfügigen Knochenschüssen — Fissuren, Lochschüsse nahe der Peripherie des Knochens, Rinnenschüsse — unerkannt geblieben sind, die anfangs im Drang der Massenarbeit nicht selten übersehen worden waren, darüber lassen sich ja nur Vermutungen aufstellen. Wofern sie reaktionslos heilten, mögen es viele gewesen sein, die auch als „Weichteilschüsse“ weitergeführt wurden. Das gilt namentlich auch für jene unvollkommenen Knochenschüsse durch kleinste Granatsplitter und andere Geschoßteilchen, falls aber die Hauptsymptome: Kontinuitätstrennung und abnorme Beweglichkeit, fehlten. Solche Fälle wurden ja auch trotz der Möglichkeit, röntgenologisch zu untersuchen, oft diesem Verfahren gar nicht unterworfen, und das ist für jeden, der öfter Perioden der Massenarbeit in den verschiedenen Sanitätsformationen miterlebt hat, ohne weiteres verständlich. Die Mehrzahl der Knochenschüsse boten, weil Difformität, abnorme Beweglichkeit und andere Fraktursymptome vorlagen, der Diagnose keine Schwierigkeiten. Gerade der Humerus galt von jeher mit Recht als der Knochen, dessen Brüche leicht erkennbar sind. Gleichwohl wurde von den Kriegsfachchirurgen vielleicht noch mehr als von chirurgisch unge-

schulnten Ärzten der Zeitpunkt warm begrüßt, als die ersten Röntgenapparate mit dem nötigen Hilfspersonal in der Diagnostik der Schußbrüche den Grad des Sicherheitsgefühles herbeiführten, den man aus der Friedenstätigkeit nachgerade

für unentbehrlich gehalten hatte. So setzte denn auch bald mit der größeren Stabilität der Lazarette im Stellungskriege die genauere Diagnostik und mit ihr auch die allgemein. bessere Behandlung der Knochenbrüche ein, die am Oberarm kaum geringere Übung und Erfahrung erfordert als an der unteren Extremität, ja oft fast wichtigere Aufgaben stellt mit Rücksicht auf die große Bedeutung der oberen Extremität für die Wiedererlangung der wirtschaftlichen Existenz im Frieden. Ehe wir uns aber dieser wichtigsten unserer Fragen zuwenden, bedarf es einer kurzen Übersicht über den Verlauf der Oberarmbrüche im ganzen genommen.

Nach MARWEDELS Berechnung aus seinem Heimat-Grenzlazarett nahmen von 64 beobachteten Oberarmschußfrakturen einen reizlosen Verlauf 27, infiziert waren 37 = 57,8 %, davon leicht 12 = 18,7 %, schwer 25 = 39 %, Todesfälle 2 = 3,1 %, Gasinfektion 5.

Nach unserer Statistik (PARTSCH) verliefen bei einer Zahl von 151 Schußbrüchen des Oberarmes 29,9 % aseptisch, 70,1% mit Infektion, amputiert wurden 11%, ferner 9 Fälle von Gasphegmone mit 3 Todesfällen und 4 Tetanusfälle, die alle 4 tödlichen Verlauf nahmen.

Der relativ geringe Prozentsatz der infizierten Schußfrakturen bei MARWEDEL mag sich dadurch erklären, daß MARWEDEL sehr viele seiner Fälle, zumal in den ersten Monaten, frisch eingeliefert bekam in ein modern eingerichtetes Krankenhaus, daß die Fälle zumeist länger dort verweilen konnten und viele nur kurzem einmaligen Transport ausgesetzt waren. Also frühe, sachverständige Behandlung mit allen modernen Hilfsmitteln! In der PARTSCHSchen Statistik sind die Fälle der Feld- und Heimatbehandlung zusammengenommen.

Aus eigenen Aufzeichnungen (MÜLLER) über 77 Oberarmschußbrüche (von 114 Oberarmschüssen) entnehmen wir wesentlich höhere Zahlen für die mit Eiterung verlaufenen Fälle, müssen aber nochmals betonen, daß es sich da um „gesiebtetes“ Beobachtungsmaterial handelt, in dem schwere, zumeist Granatverletzungen, besonders reichlich vertreten waren (Konsultationsfälle!), während viele leichte, darunter auch viele Weichteilschüsse, gar nicht Gegenstand der Aufzeichnung waren. So ist wohl die erschreckend hohe Zahl von 68 infizierten, meist schwer infizierten, in unserer Statistik II erklärlich gegenüber nur 9 nichtinfizierten.

Es sollen diese letzteren Zahlen übrigens auch nur deshalb angeführt werden, weil sie aus verschiedenen Sanitätsformationen des Westens und Ostens zusammengetragen sind. Für Granatverletzungen scheint sich, nach den bislang vorliegenden spärlichen Berechnungen zu schließen, das Verhältnis von nichtinfizierten zu infizierten Schußbrüchen noch wesentlich ungünstiger zu gestalten, es werden bis 80 und 87 % Infektionsfälle berichtet für die Extremitätenfrakturen insgesamt, wobei allerdings die untere Extremität den Hauptanteil stellt. Zuverlässige Zahlen über großes Beobachtungsmaterial liegen noch nicht vor. Man darf aber annehmen, daß die Schußbrüche des Oberarmes in der Mehrzahl der Fälle mit Infektion verliefen, wenigstens bei Schrapnell- und Artilleriegeschossen im weiteren Sinne, während für Infanterie- und Maschinengewehrschüsse der Verlauf ohne Infektion oder mit nur leichter Infektion wesentlich häufiger beobachtet wurde, als mit schwerer Infektion. Dabei spielt sicher der kleinere Ein- und Ausschuß durch die letztere Geschoßart mit glatter Oberfläche die Hauptrolle. Das dürfte wohl auch den Eindrücken der meisten Fachgenossen entsprechen. Daß aber auch von den mit schwerer Splitterung, Sequesterbildung, Eitersenkungen einhergehenden Fällen wiederum die große Mehrzahl, wenn auch viele nur auf dem Wege langwieriger Eiterung, Fistelbildung, wiederholter operativer Eingriffe, doch schließlich in Heilung, ja Heilung mit meist ganz wohl brauchbarem Arme verlaufen ist, daß von den nur leicht infizierten Fällen ein erheblicher Prozentsatz wieder kriegsdienstfähig wurde, das beweisen zahlreiche einschlägige Beobachtungen der meisten Kriegschirurgen und die Nachuntersuchungen in der Heimat aus den letzten zwei Jahren nach dem Kriege.

Auf zahlenmäßige Begründung dieser Ansicht müssen wir hier verzichten, einige genauere Zahlen folgen später.

Über die Zahl der Todesfälle als Folge der Schußbrüche des Humerus liegen einige Angaben neueren Datums vor. PERTHES fand auf 194 Schußbrüche der Heimatlazarette Stuttgart und Tübingen 4,41% Todesfälle. H. SEIDEL berechnet die Mortalität auf 11,25% für seine Kasuistik aus dem Felde (darunter 2 Gasphegmonen).

PARTSCH berechnet für 151 Schußfrakturen des Humerus aus Heimat- und Frontlazaretten 7 Todesfälle = rund 4,6% (3 durch Gasphegmone, 4 durch Tetanus). ANSCHÜTZ und KAPPIS nehmen etwa 5% Gesamtmortalität für die Humerusschußbrüche an und 6—8% Gliedverlust. Wir fanden unter unseren 63 Knochen-schüssen des Oberarmes unserer Statistik II 6 Todesfälle = 9,5% notiert (3 Gasbrand, 2 Tetanus, 1 eitrige Thrombose und Pyämie). Alle waren Granatschüsse.

MARWEDEL kommt in seiner Zusammenstellung für Heimatlazarette auf nur 3,1% Mortalität.

Wir müssen uns mit diesen lückenhaften Angaben begnügen und kommen später auf einzelne Fragen zurück, möchten aber noch erwähnen, daß die Mortalität in der vorantiseptischen Zeit (noch 1870/71) etwa 20—25% bei den Oberarmschußbrüchen betrug, also gut viermal höher war, als ANSCHÜTZ und KAPPIS in der neuen „Kriegschirurgie“\*) für den Weltkrieg annehmen.

Wo umständlicher Transport, mangelhafte erste Versorgung, öfterer Durchgang durch Sanitätsformationen der Front und rascher Abtransport weiter rückwärts und in die Heimat erforderlich waren, da dürften sich Verlauf und Zahl der Todesfälle bei der endgültigen Statistik etwas ungünstiger gestalten.

Wenn MARWEDEL u. a. die Ansicht vertraten, daß die große Mehrzahl der Infektionen als primäre anzusehen gewesen seien, so werden die meisten Beobachter aus dem Kriege sich wohl zustimmend verhalten, wenigstens für die Granat- und die Mehrzahl der Schrapnell-schüsse. Die übergroße Mehrzahl der Granatverletzungen zeigte schon in den ersten Tagen die Zeichen der Infektion. Für die Infanterieschußbrüche aber und für einen Teil der Schrapnell-schüsse möchten wir auf Grund einer großen Zahl von Beobachtungen, namentlich bei Fraktursteckschüssen, doch glauben, daß ein nennenswerter Teil erst sekundär der Infektion anheimgefallen ist. Die Sekundärinfektion auf Grund unzweckmäßiger, mit ungenügender Technik oder von unberufener Hand vorgenommener Eingriffe, wie wir sie im Felde — das erscheint ja auch durchaus begreiflich — nicht selten zu sehen bekamen, trugen unseres Erachtens dabei einen nicht geringen Teil der Schuld. In gelegentlichen Aussprachen mit anderen Fachchirurgen fanden wir diese Anschauung oft bestätigt. Daß aber umgekehrt frühzeitige zweckmäßige Eingriffe und Abraten von Eingriffen in zahllosen Fällen zur aseptischen Verlaufsgestaltung beigetragen haben, ist nicht zu bezweifeln. Unwillkürlich wird man dabei zum Vergleich mit den komplizierten Friedensfrakturen gedrängt. Der Prozentsatz aseptischer Heilungen bei denselben gestaltet sich im ganzen zwar ungemein viel günstiger als bei Schußfrakturen, auch abgesehen von Durchstichsfrakturen mit kleinerer Wunde, die ja in der größten Mehrzahl aseptisch verlaufen. Die durch direkte Gewalt entstandenen offenen Knochenbrüche des Friedens, denen man gewöhnlich ja viel mehr Zeit und Sorgfalt bei der ersten Versorgung angedeihen lassen kann als im Kriege, heilen nach rechtzeitiger „Taschenspaltung“, Exzision infektionsverdächtiger Weichteile usw. trotz oft ersichtlicher Infektionsquellen auch noch in der Mehrzahl „reizlos“, oder doch nur mit geringen örtlichen Störungen, zum kleinsten Teil nur gehören sie zu den „schwer infizierten“ Fällen, immer vorausgesetzt, daß die sachgemäße Versorgung in den ersten Stunden nach der Verletzung geschehen kann, und zwar als erste Versorgung. Anders meist, wenn solche Verletzte bereits ärztliche Maßnahmen hinter sich haben!

\*) In BORCHARD u. SCHMIEDEN, Kriegschirurgie, I. Aufl.



## n) Behandlung der Schußfrakturen des Oberarmes.

Als wir Anfang Oktober 1914 im Westen, auf Anregung H. KÜMMELES und des Generalarztes Dr. WITTE des IX. A.-K., zum ersten Male in größerem Kreise über unsere bis dahin gewonnenen Erfahrungen uns aussprachen, erschienen die Eindrücke der Fachgenossen hinsichtlich Prognose und Behandlung der Schußverletzungen im allgemeinen und auch hinsichtlich der oberen Extremität zumeist in recht günstigem Lichte, und gar mancher war noch geneigt, entsprechend dem von E. v. BERGMANN früher vertretenen Standpunkte, ein möglichst konservatives Vorgehen walten zu lassen, zu folgen. Wohl war auch von Infektionen die Rede, es gab ja auch bereits genügend viele zu sehen in dem kurz zuvor begonnenen Stellungskriege. Aber wir standen wohl alle noch zu sehr unter den in der Tat meist günstigen Eindrücken der ersten Zeit, wo die Infanteriegeschößverletzungen bei weitem vorherrschten. Wir entsinnen uns deutscher wie französischer Lazarette, wo neben allerdings auch infizierten, zahlreiche reaktionslos in Heilung begriffene Frakturfälle nebeneinander lagen. Genauere Statistiken haben wir leider damals im Drang der oft reichlichen Tagesarbeit nicht geführt.

Dem Ergebnis der ersten Kriegschirurgentagung in Brüssel (1915) lagen bereits qualitativ und quantitativ ganz andere Eindrücke und Erfahrungen zugrunde, und speziell für die inzwischen stark gehäuften Artillerieschußbrüche wurde damals bereits für energisches aktiv-prophylaktisches Vorgehen eingetreten (GARRE). Je mehr dann die vergleichenden Erfahrungen mit zuwartender Erstbehandlung und frühzeitig gründlichen Exzisionen, Spaltungen mit nachfolgender guter Ruhigstellung während des vorherrschenden langen Stellungskrieges wuchsen — Handgranaten, Fliegerbomben, Minenwerfer hatten bald die ganze Kampftechnik mitverändert —, um so mehr verallgemeinerte sich auch die Erkenntnis von der Notwendigkeit einer mehr prophylaktisch-operativen Wundversorgung, und diese blieb bis ans Ende des Krieges die herrschende. Tausende Kollegen mußten sie erst erlernen während des Krieges, haben sie aber erlernt an Hand der ungemein großen Kasuistik. Hand in Hand mit dieser Erkenntnis ging, wie erwähnt, schon nach den ersten Wochen, dann in zunehmender Weise die Kontrolle der Heilbestrebungen durch die Kriegs-Röntgenlaboratorien. Was diese vom rein praktischen wie vom wissenschaftlichen Standpunkte aus geleistet haben für die Behandlungsfrage der Schußfrakturen, wie überall, so auch am Oberarm, das bedarf der allgemeinen Anerkennung und Bewunderung. Waren einmal wegen Reparaturen oder anderer Umstände die Röntgenlaboratorien nicht in Tätigkeit, so fehlte viel zur Arbeitsfreude des Chirurgen. Als dritter, ebenso wichtiger Faktor beherrschte die Behandlung der Schußbrüche des Humerus die Frage der Reposition und Immobilisierung des verletzten Gliedes. Waren auch die Grundprinzipien dieser Maßnahmen durchaus keine anderen, als sie seit langem in der Friedenschirurgie Geltung hatten, so hat doch die Technik gerade dieses Teiles der Behandlung während des Krieges mancherlei Wandlung und Bereicherung erfahren, sowohl im Sinne der provisorischen wie der definitiven speziellen Frakturverbände. Die Literatur der letzten 6 Jahre weist eine Fülle von Oberarmschienen und Extensionsvorrichtungen auf, und der Streit, welche von diesen den Vogel abzuschießen bestimmt sei, erinnert lebhaft an die alten Diskussionen über die besten Amputationsmethoden. Letztere haben sich fast alle bewährt in der Hand dessen, der sie beherrscht. Mit den Schienenverbänden steht es ähnlich, und wir sind der Meinung, daß der Arzt, welcher die Schiene anlegt, immer noch die Hauptaufgabe hat, nicht die Schiene. Daß gar mancher Kriegsarzt im Felde mit bewährten einfachen Schienen des Friedens seine Oberarmfrakturen durchaus sachgemäß immobilisiert und extendiert hat mit gutem Schlußresultat, und andererseits gar mancher mit besterdachten und kunstvoll hergerichteten Schienenapparaten auch perverse Heilungen des Humerus zu verzeichnen hatte, das ließe sich leicht durch Beispiele erweisen. Es gehört orthopädischer Sinn, etwas orthopädisches Geschick und Liebe

zur Sache dazu, um sich in die richtige Anlegungstechnik der modernen Fraktur-Schienenapparate so weit einzuarbeiten, daß man mit ihnen die bestmöglichen Erfolge erzielt. Von diesem Gesichtspunkte aus ist die Forderung, die BÖHLER-Bozen während des Krieges gestellt hatte: „Speziallazarette für Frakturbehandlung“, nicht ganz ohne Berechtigung.

Wir vermögen ohne Überschreitung des Rahmens dieses unseres Abschnittes auf all die zahlreichen „Verbandmethoden“ für Oberarmschußbrüche, von denen viele ja zugleich für Ellbogengelenk und Vorderarm erdacht sind, im einzelnen nicht einzugehen. Wir wollen eine Auswahl treffen und diejenigen besonders besprechen, die auch wir angewandt und von anderen besonders anwenden gesehen haben.

Indem wir hinsichtlich der ersten Wundversorgung auf das im Abschnitt über die Weichteilschüsse des Oberarmes Gesagte verweisen, besonders aber auch auf Abschnitt III des allgemeinen Teiles dieses Werkes, begnügen wir uns mit dem Hinweis, daß bei sehr großen klaffenden Wunden, wie sie doch viele Oberarmschußbrüche aufwiesen, die Gefahren der Infektion durchschnittlich weniger groß waren als bei kleineren, aber mit viel Gewebszertrümmerung (Muskel) verbundenen (Trümmerhöhlen). Eine tunlichst frühe Erweiterung des Einschusses und Ausschusses bei stärkeren Höhlen- und Taschenbildungen mit Hämatom hat sich zumeist als sehr nützlich erwiesen und erfordert die „erste Sorge“ ebensowohl wie die gute Immobilisierung des Armes. Beides früh vorgenommen, ergab die besten Resultate. Daß man bei allen Schußbrüchen des Oberarmes weiter das Augenmerk auf den Radialpuls zu richten hatte zur Prüfung der Frage einer etwaigen A.-brachialis-Verletzung (Kompression, Spießung), daß man vor Anlegung des fixierenden provisorischen Verbandes die Bewegungen der Hand und Finger wenigstens flüchtig prüfen sollte zur Entscheidung der Frage, ob N. radialis, medianus, ulnaris intakt seien, das ist keineswegs so allgemein befolgt worden, wie es wünschenswert gewesen wäre. Jedenfalls sind diese Punkte gar oft stark hinter das Interesse des Knochenbruches als solchen zurückgetreten, und die spätere Entscheidung, ob z. B. die bestehende Radialislähmung durch den Knochenbruch, durch Kalluskompression oder Verbanddruck verursacht war, begegnete infolgedessen wohl Schwierigkeiten. Wie richtig es daher ist, daß auch bereits die erste Sichtung der Verletzten (auf dem Hauptverbandplatz) von einem schon geübten Arzte vorgenommen wird, das lehrten uns des öfteren Vergleiche von vorderen Sanitätsformationen, wo dafür Sorge getragen war, mit anderen, wo das Gegenteil obwaltete. Daß der Erfüllung derartiger Wünsche im Kriege viele Schwierigkeiten entgegenstanden, war leicht einzusehen. Aber Erfahrungen lehrten und zeitigten Wünsche im Interesse der Sache und auch die Erfüllung solcher.

Der schon in der Zeit der Frühantiseptik, besonders nach R. VOLKMANN'S grundlegenden Veröffentlichungen (1875), aufgekommene Grundsatz: die erste Sorge dem Wundverlauf, die zweite der Fraktur als solcher, bestand auch im ganzen im Weltkriege zu Recht. Daß aber die Sorge für den Knochenbruch als solchen doch von größter Bedeutung war, wenigstens in dem Sinne, daß man auch so früh wie möglich der absoluten Ruhigstellung der Fragmente seine Aufmerksamkeit widmen müsse, um Gutes zu erreichen, das hat der Weltkrieg in überreicher Fülle von Erfahrungen aufs neue bestätigt. Gar nicht oder mangelhaft geschiente Oberarmknochenschüsse haben durchweg weit mehr Neigung zu Komplikationen ergeben, als von Anfang sachgemäß immobilisierte Fälle. Diese Tatsache gehört zu den wichtigsten kriegschirurgischen Erfahrungsgrundsätzen des großen Krieges, und seine zunehmende Würdigung seitens der Kriegsärzte hat außerordentlich viele Oberarmverletzte vor Krüppeltum bewahrt, während die Außerachtlassung derselben gar manchem Krieger schwere Einbuße der Armfunktion, wenn nicht Schlimmeres, brachte. Daran kann auch durch die Erfahrung nichts geändert werden, daß namentlich Infanteriegeschöß-Knochenschüsse, die zunächst nicht geschient waren, deren



Wunden erst spät versorgt wurden, trotzdem oft reaktionslos heilten. Gewiß, das kam auch vor, jeder draußen lange tätige Kriegschirurg hat es beobachten können, aber doch nur als Ausnahmen von der bedeutsamen Regel und relativ nicht selten durch das verständnisvolle Verhalten der Verletzten selber, die zur Vermeidung von Schmerz den Arm aktiv ruhig zu halten verstanden.

Fixation der Extremität in adduzierter Stellung am Thorax, ein altes Verfahren, kam als Notverfahren noch oft in Anwendung und tat, als solches betrachtet, seine Dienste.

Die erste Regel also, die sich im Verlaufe des Krieges in erfreulicher Weise immer mehr Geltung verschaffte, war: An der Wunde nicht schaden, dieselbe aseptisch bedecken (Verbandpäckchen) und tunlichste Ruhigstellung des Gliedes im Sinne eines Not- bzw. Transportverbandes. Der Wege, wie das zu erreichen war, gab es zu Beginn nur wenige. Holz- und Strohschienen, auch wohl Weiden- und andere Zweigschienen, hier und da auch Pappematerial standen in größerer, jedenfalls meist genügender Menge zur Verfügung, ebenso Mitellen und Binden. Daß all das bei dem nicht selten übergroßen Andrang von Verletzten auch einmal knapp wurde und primitivste Fixationsnotmethoden angewandt werden mußten, lag in der Natur der Sache. Wir sind der Meinung, daß mit jenen einfachen Versorgungsmethoden auf Hauptverbandplätzen, wo wir zunächst eine größere, oft recht große Tätigkeit hatten, ganz leidliche Fixationen der Oberarmbrüche ermöglicht waren. Den Ansprüchen, die in späterer Zeit mit wachsender Erfahrung gestellt wurden, genügten diese Verbände freilich nicht oder doch nur zum kleineren Teil. Die Schußfrakturen waren ja auch recht verschieden. Bei unvollkommener Trennung, ohne Dislokation, vor allem bei Fehlen der Verkürzung, genügte oft der einfachste Notverband, für alle mobilen Brüche genügte er nicht, da er Schulter- und Ellbogengelenk nicht fixiert.

Zur Erreichung auch dieser Forderung standen schon bald in Feld- und Kriegslazaretten zwei Verbandmethoden zur Verfügung, die sich beide wie im Frieden, so auch während des ganzen Krieges durchaus bewährt haben, der alte Gipsverband in verschiedener Form und bei verschiedener Anlegungsweise, und die biegsame vortreffliche Cramer-Schiene („Drahtleiterschiene“), die übrigens nicht ohne Vorläufer ist.

Für und gegen den ersteren ist viel geschrieben und gesagt worden, bereits nach 1870/71, dann im Russisch - Japanischen und im Balkankriege. Daß er auch hinsichtlich einiger Fragen (Dauerverband) im Prinzip sein Bedenkliches hat, steht außer Frage. Daß man aber Schultergelenk, Oberarm und Ellbogengelenk mit einem gut angelegten Gipsverbande in vortrefflicher Weise immobilisieren, die Richtigstellung der Fragmente sicher erhalten kann, betrachten wir mit vielen nach wie vor als feststehend. Bei unsicheren Wundverhältnissen, unsicherer Transportzeit ist es nicht unbedenklich, den großen, umständlich zu wechselnden Gipsverband anzuwenden. Dafür liegen nicht wenige Beweise vor. Auch ist seine Entfernung gar oft eine schmerzhafteste Prozedur für den Verletzten. Besser waren da im ganzen die gefensterten „Brücken“- oder „Bügelgipsverbände“. Durch ihre Anwendung, die sich bald in steigendem Maße eingebürgert hatte, sind zwei Haupteinwände bereits entkräftet, und in dieser Form hat sich der Gipsverband seinen alten guten Ruf bewahrt, wohlverstanden als Verband für einige Zeit, insbesondere für längere Transporte in das Etappen- bzw. Heimatgebiet. Daß dabei, abgesehen von den Schußbrüchen im unteren Drittel des Humerus, der Verband als Arm-Schulter-Thorax-Verband angelegt gedacht ist, sei besonders hervorgehoben. Wir selber haben ihn, auch in dieser Form, an der oberen Extremität weniger angewendet als an der unteren, haben ihn aber von anderen oft anwenden gesehen, haben auch so behandelte Glieder vielfach zu sehen Gelegenheit gehabt und fanden immer wieder, daß er geeignetenfalls sich als sehr brauchbares Mittel im Kriege erwies. Auch als Gipsschienen





Abb. 49. Die gepolsterte Cramer-Schiene wird nach Fixation des Schulterstückes durch Niederdrücken des Vorderarmes gegen das Vorderarmstück zur Distraction des Humerus verwendet.

angewandt, wie er ja bereits vor Dezennien im Frieden empfohlen war (BREIGER, BEELY, Gipswatteschienen bzw. Gipshanf-schienen) und bequem in Form von Halbrinnen in weichem Zustande anmodelliert wird, kam der Gipsverband vielerorts wieder zur Geltung, im wesentlichen allerdings nur für die mehr stationären Sanitätsformationen, wo die Gips-schienen als Außen-, als Innenschienen (Triangel) oder in kombinierter Form auch im Sinne von eigentlichen Behandlungsverbänden oft Gutes leisteten, zumal sich mit ihnen auch eine extendierende Wirkung erzielen bzw. erhalten läßt. Wie diese mit Gips- wie mit Cramer-Schienen erzielt wird, mögen Abb. 49—51 veranschaulichen. Vorbedingung ist gute Fixation des auf die Schulter gebogenen Schienenteiles an Schulter und Thorax, am besten durch einige Stärkebinden- oder Gipsbindentouren. Dann wird durch Druck auf den rechtwinkelig gebeugten Vorderarm gegen das Vorderarmstück der Schiene der Oberarm ausgezogen, was infolge des den Ellbogen überragenden Oberarmteiles der Schiene ja möglich ist. Ebenso kann man

bei der Gipsschiene nach deren Härtung verfahren.

Mit den Cramer-Schienen ließ sich der Zweck im ganzen rascher und einfacher erreichen. Diese haben sich rasch den Ruf einer Universalschiene zu verschaffen gewußt, da sie ebensowohl zur Herstellung von Not-, wie Transport- und Behandlungsschienen benutzt wurden und zu den mannigfachsten Improvisationen Anlaß gaben.



Abb. 50. Dasselbe wie in Abb. 49 durch „Gips-Kragenschiene“.



Abb. 51. Fertig angelegte Cramer-Schiene.

Wir stehen nicht an, die „Cramer-Schienen“, welchen leicht jede Art von Biegung zu geben ist, in der Hand eines nur einigermaßen geschickten und orthopädisch denkenden Arztes als eines der brauchbarsten Materialien der Kriegschirurgie zu bezeichnen, und haben das gleiche Urteil von recht vielen Fachgenossen aller Sanitätsformationen vernommen. Daß man diese Cramer-Schienen ebenso wie die am besten aus Gipsbindenlonguetten hergestellten Gipsbindenschienen ebensowohl in der Form der „Kragenschienen“ (ALBERS) außen, wie als Innen- und Triangelschienen benutzen kann, ist ein weiterer Vorteil. Sie wurden wohl am häufigsten benutzt und ergaben vielfach recht befriedigende Erfolge. Besonders geeignet sind sie in der Form flacher Rinnenschienen, in der sie sich besser anlegen, als die meist gebrauchten geraden Schienen. Zu ihrer besseren Fixation am Gliede lassen sich auch einige Heftpflasterstreifen gut verwerten. Die Polsterung der Cramer-Schiene geschah zumeist mittels Wattelagen, die mit Papierbindenumwicklung auf der Schiene befestigt wurden (Abb. 49).

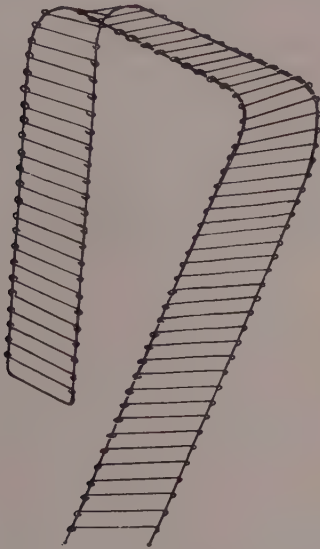


Abb. 52.

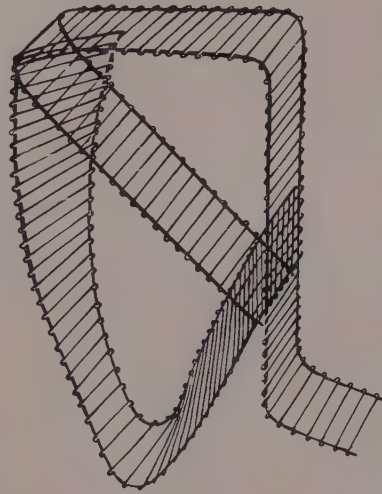


Abb. 53.

Abb. 52 u. 53. Die Cramer-Schiene als Winkel bzw. Triangelschiene zurechtgebogen für Thorax-Armverband.

In den vorderen Sanitätsformationen waren die Cramer-Schienen im allgemeinen ein geeigneteres Verbandmaterial als Gipsverbände, es sei denn, daß man letztere als fertige Schienen verschiedener Größe und Form im Vorrat mitführte. Die Cramer-Schienen genossen mit Recht den Vorzug, da sie leichter in großer Menge mittransportiert werden konnten. Ihre Anwendungsweise ist einfach, erfordert wenig Hilfskräfte, so daß, wie wir nicht selten sahen, auch das Sanitätsunterpersonal vielfach rasch lernte, mit ihnen zu hantieren, sie sachgemäß zurechtzubiegen, selbst in Form zusammengesetzter Verbände. Im übrigen ist ein für alle Fälle passendes und so handliches Schienenmaterial, daß auch der Ungeübte und gar der Laie es stets sachgemäß anwenden können, eine Utopie, und auch das Bestreben mancher Ärzte hätte oft mehr darauf gerichtet sein können, mit dem Material auszukommen, was gerade vorhanden war, als auf die Beschaffung einzelner bestimmter Schienen, an die sie im Frieden gewöhnt waren, zu drängen. Andererseits gab es ja oft genug Gelegenheit, das Geschick zu Improvisationen mit dem vorhandenen Material zu bewundern. Daß es im Bewegungskriege während der Massentätigkeit gelegentlich an bestimmten Verbandmaterialien und gar an den vom einzelnen besonders „erwünschten“ einmal fehlte, war ganz selbstverständlich, da hieß es doch immer wieder auf die alten

einfachsten Mittel zur Ruhigstellung, auf Improvisationen, zurückgreifen. Daß der Geübte da im ganzen besser abschnitt als der Ungeübte, dafür lagen immer wieder Beweise genug vor. Stand in etwas ruhigeren Zeiten mehr Zeit für den einzelnen Verwundeten zur Verfügung, so konnten Notverbände auch schon auf Hauptverbandplätzen, ja auf Truppenverbandplätzen früh ersetzt werden durch Schienenverbände der besprochenen Art, die wenigstens in den beiden letzten Kriegsjahren, während welcher die Tätigkeit der Sanitätskompagnien sich oft kaum unterschied von der in Feld- und Kriegslazaretten, zumeist in genügender Zahl und Auswahl vorhanden waren. In der ersten Zeit erschien die Forderung v. BERGMANNs nach möglichst schablonenhafter Gestaltung der Verbandtechnik („Einheitsverband“) in Anbetracht der zutage getretenen großen Ungleichheit des ärztlichen Personals in der Vertrautheit mit der Verbandtechnik sehr gerechtfertigt. Zu solchen Einheitsverbänden möchten wir auf



Abb. 54.

Die Cramer-Schiene als Winkelschiene für Thorax-Armverband gebogen und angelegt.

Grund eigener Erfahrungen auch den Oberarmverband mittels Cramer- oder auch Gipsschienen rechnen. Jedenfalls wurde mittels derselben in außerordentlich zahlreichen Fällen den Hauptindikationen bei Oberarmschußbrüchen: Ruhe der Wunde, Ruhe den Fragmenten, aber auch der Forderung einer gewissen Extension, voll Rechnung getragen.

Daß übrigens auch anderes Schienenmaterial, andere Modelle als die Cramer-Schiene und der Gipsverband in verschiedener Form dasselbe leisteten, braucht kaum besonders betont zu werden. Der Pappverband, die alten rechtwinkelig abgebogenen Holzschienen, die wir besonders in den ersten Kriegsmonaten öfter auch in improvisierter Form aus allen möglichen Gegenständen — sehr zweckmäßig z. B. einmal in einer Faßfabrik hergestellt — in Anwendung sahen, ferner die langen rechteckigen Draht-

schienen („Leerschienen“, SMITH, GRUBER, KUHN), Korbgeflechtsschienen, Drahtgeflechtsschienen, Aluminiumschienen, Schusterspan, sie alle haben sich ebenfalls oft bewährt als einfaches Schienenmaterial, besonders für die tiefliegenden Humerusschußbrüche. Für die oberhalb der Mitte gelegenen konnten höchstens die Leerschienen mit den erstgeschilderten in Konkurrenz treten.

Wenn nun auch alle diese einfacheren Verbandarten im ganzen, wie schon öfter angedeutet, mehr als erste, als vorübergehende Transportverbände gedacht und angewendet wurden, so darf doch nicht unerwähnt bleiben, daß wir alle diese auch in rückwärts gelegenen Lazaretten, in Kriegs-, ja gelegentlich im Urlaub auch in Heimatlazaretten im Sinne von „Behandlungsverbänden“ in Anwendung sahen. Viele Fälle ließen das auch vollkommen zu, die Mehrzahl aber nicht, wenigstens nicht unter Berücksichtigung der modernen Frakturbehandlungsgrundsätze.

Die wachsende Erfahrung der Kriegsarzte, die größere Stabilität der Lazarette im Stellungskriege, der oft monatelang währte und die Möglichkeit gab, ja oft die Notwendigkeit bedingte, die Armverletzten länger in Lazarettbehandlung in derselben Hand zu belassen, ließ bereits 1915 vielfach die fachärztlichen Wünsche laut werden nach Verbandmöglichkeiten, die den Forderungen des Friedens sich näherten. Waren



dabei auch in erster Linie die Schußbrüche der unteren Extremität, die durchschnittlich viel später zum Abtransport kamen als die analogen Verletzungen der oberen Extremität, maßgebend, so änderte sich doch auch die Frakturbehandlung der oberen Extremität, insbesondere des Oberarmes in entsprechender Weise. Die fachärztliche individualisierende Behandlung mittels immobilisierender Extensionsverbände unter Bedachtnahme auf frühzeitige Bewegung der anstoßenden Gelenke wurde in zunehmender Weise das Ziel auch der Feldbehandlung. In sehr verschiedener Weise wurde es in Angriff genommen und durchgeführt und bedeutete ohne Zweifel einen großen Fortschritt. Dieser war nicht etwa nur durch aus der Heimat eingeführte Apparaturen ermöglicht, sondern vielerorts im Felde durch das verständnisvolle Mitwirken von Handwerkern und Mechanikern aller Art. Bald fanden sich solche im Verwundetenpersonal, bald bei den stets besonders hilfsbereiten Fliegern, Fernsprechern, Leuten aus Pionierparks, aus Artilleriewerkstätten, später auch seitens der Techniker und Mechaniker der orthopädischen Abteilungen der Kriegslazarette. Solche gemeinschaftliche Arbeit hat viele Tausende unserer Krieger vor Krüppeltum bewahrt, hat die fachmännische Behandlungszeit für ebenfalls Tausende wesentlich abkürzen geholfen, und das um so sicherer, je mehr der Erfahrungssatz berücksichtigt wurde, daß gut durchgebildete Fachärzte die oft so schwierigen Aufgaben der individualisierenden Frakturbehandlung besser zu lösen imstande sind als Nichtfachärzte. Daß aber auch unter den letzteren in der zweiten Hälfte des Krieges nicht wenige waren, welche an Hand der außerordentlich großen Kasuistik so viel Erfahrung und Übung gesammelt bzw. erlangt hatten, um sich erfolgreich im gedachten Sinne zu betätigen, soll und kann nicht in Abrede gestellt werden. Erfreulich war es, wie sich an Hand des Riesenbeobachtungs- und -erfahrungsmaterials, wie es dieser Weltkrieg bot, viele, welchen diese Fragen vordem fernlagen, immer mehr unter Anleitung in die Technik dieser Schußbruchbehandlung einlebten, und daß auf diese Weise die Fürsorge für so viele Verletzte bald „auf der Höhe stand“. Wir sahen nicht selten — im Osten wie im Westen — ganze Säle mit suspendierten, extendierten oberen Extremitäten in so sachgemäßer, sorgsamer Behandlung sowohl was Wund- wie fein ausgedachte Lagerungs- und Extensionsverbände betrifft, wie es in gut eingerichteten Friedenskrankenhäusern kaum besser geschehen konnte.

Die zahlreichen einzelnen Wege und Vorschriften hier alle aufzuzählen, wie das erstrebte Ziel erreicht werden sollte und erreicht wurde, würde wiederum den Rahmen unserer Programmarbeit übersteigen. H. SEIDEL hat in seiner bereits obenerwähnten Monographie\*) alle wesentlichen Schienen- und Hilfsapparate eingehend besprochen, auch unter Berücksichtigung der einzelnen Fraktur- und Dislokationsformen. Auch in den neuen Lehrbüchern der Kriegschirurgie (wie BORCHARD-SCHMIEDEN, FRANZ) sind sie geschildert. Das Prinzip, welches alle die hier in Betracht kommenden einfacheren und zusammengesetzten Verbandarten — meist Schienenverbände — zur Geltung kommen lassen, läßt sich in die wenigen Komponenten zerlegen: neben der Möglichkeit fortlaufender Wundkontrolle und bequemen Verbandwechsels sichere Ruhigstellung der Fragmente in guter Lage, also in reponierter Stellung, daneben Bewegungsmöglichkeit — aktiv und passiv — der anstoßenden Gelenke, auch der Hand und Finger. Daß diejenigen Schienenverbände, welche allen diesen Forderungen gleichzeitig gerecht werden können, den Vorzug verdienen, ist im ganzen anzuerkennen. Aber die Frakturformen, die Wunden, der Sitz beider sind in den einzelnen Fällen recht verschieden und stecken auch natürliche Grenzen.

Daß die Schußbrüche des Humerus in außerordentlich vielen Fällen durchaus die gleichen anatomischen Verhältnisse und Behandlungsanforderungen boten wie die

---

\*) *Ergebn. der Chir. u. Orthop.* 1918 Bd. 10.

Friedensfrakturen, ist oft betont worden. Viele von diesen bedurften tatsächlich nur der einfachen Ruhigstellung in einer der obenerwähnten Schienen für 3—4 Wochen, und, da es sich ja meist um jüngere Menschen handelte, erforderte auch die Nachbehandlung zur Erlangung der Beweglichkeit oft nur kürzere Zeit. Für die große Mehrzahl aber lagen die Verhältnisse doch anders, ganz besonders wieder für die Granatschußbrüche. Bei der Ungleichheit dieser letzteren bedurfte es, wollte man ein möglichst gutes Ergebnis erzielen, der sorgfältigsten individuellen Behandlung, die bald mehr auf die Wundverhältnisse, bald mehr auf den Knochenbruch, meist auf beides besondere Rücksicht zu nehmen hatte. Mit viel aufgewandter Mühe und auf gar manchen Umwegen erst gelang es so, auch die schwersten, fast aussichtslos erscheinenden Schußfrakturen der allmählichen Heilung zuzuführen, jedenfalls die große Mehrzahl vor Amputation und Exartikulation zu bewahren. Daß ein Teil der Fälle trotz alledem der Spätamputation anheimfiel, erscheint verständlich, besonders dann, wenn, durch die Kriegslage bedingt, die Verletzten in verschiedene Hände kamen, darunter auch in solche, welchen die Amputation selbst des rechten Oberarmes eine sicherere, weil einfachere und darum handgerechtere Behandlungsart dünkte.

Was nun die Wege selber betrifft, welche, während des Weltkrieges erprobt, sich besonders bewährt haben für das Gros der Oberarmschußbrüche, d. h. derjenigen mit vollkommener Kontinuitätstrennung des Knochens, mit Dislokation, mit Splitterung, so sind die meisten gekennzeichnet durch die Kombination von Schienen mit Streck-(Extensions-)Vorrichtungen. Die zusammengesetzten Schienenstücke lehnen sich zumeist insofern an die altbekannte Middeldorpsche Triangelschiene an, als sie mit einem Schienenteil seitlich am Thorax eine Stütze finden, an welcher die eigentliche Armschiene in starrer oder beweglicher Verbindung angebracht und mittels eines dritten Schienenteiles als Strebe gegen den Thorax gestützt ist. Die Möglichkeit des Stellungswechsels des Oberarmes durch Verkleinerung und Vergrößerung des Thorax-Oberarm-Winkels, die Ermöglichung von Gelenkbewegungen im Schulter- und Ellbogengelenk stellen Verbesserungen der gedachten Apparatur dar, durch welche allen billigen Anforderungen, auch der Friedensbehandlung, genügt werden konnte und sehr häufig auch genügt wurde.

Gar manche Verbesserung derart hat erst die Kriegserfahrung gebracht, so daß schließlich, dank der bereitwilligen Unterstützung der höheren und obersten Sanitätsbehörden, die Prinzipien der modernen Oberarmbruchbehandlung, wie sie für die Friedenshospitäler besonders durch BARDENHEUER, ZUPPINGER, STEINMANN u. a. ausgebaut und gefordert waren, auch schon „draußen“ voll zur Geltung gebracht werden konnten.

Die Abduktionsstellung des Oberarmes im Schultergelenk, früher nur für bestimmte Dislokationen der hohen Oberarmfrakturen gefordert, kam mehr und mehr auch für die dislozierten Oberarmbrüche überhaupt in Anwendung und galt mit Recht in den letzten beiden Kriegsjahren bei sehr vielen Fachgenossen als die Normalstellung, in welcher der Verband anzulegen sei. Die Erfahrung ergab, daß auf diese Weise auch der Versteifung des Schultergelenkes am wirksamsten vorgebeugt werden konnte, und wo eine solche dennoch eintrat, kam sie in einer Stellung zustande, in welcher der Gesamtextremität durch die Bewegungen der Skapula eine weit bessere Funktion gesichert war.

Daß einzelne Frakturformen, namentlich solche in der oberen Metaphyse des Humerus, sehr zweckmäßigerweise, wenn nicht besser als mit Schienenverbänden, mittels der Suspensions- und Gewichtsextensionsmethode unter Zuhilfenahme von Suspensionsgalgen behandelt wurden, sei hier noch eingeschaltet. Es erscheint überflüssig, die Methode noch besonders zu beschreiben, sie ist bekannt und hat sich vielfach im Kriege wie im Frieden bewährt, vornehmlich in längere Zeit stationären Kriegslazaretten, in Form des vertikalen, schrägen oder horizontalen Gewichtszuges. Hierbei sowohl wie bei der Behandlung mit zusammengesetzten Extensionsschienen kam auch



in zunehmender Zahl die direkte Extensionsmethode — Nageextension, „Schmerz-sche Klammer“, „Rehsche Zange“, Drahtnaht — zur Anwendung und ergab in vielen Fällen erst die vollkommene Stellungskorrektur der Fragmente. Daß für diese letztere die fortlaufende Röntgenbildkontrolle fast unentbehrlich war, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden, für die Fachwelt erscheint das selbstverständlich, und daß diese Kontrolle meist ohne Abnahme der Schienenverbände geschehen konnte, war ein besonderer Vorzug dieser vor den Gipsverbänden.

Wenn wir hinsichtlich der Anlegung der Notverbände, wie sie im Tätigkeitsbereich der Truppe als erste Maßnahme zumeist vom niederen Sanitätspersonal und auf den Truppenverbandplätzen erledigt wurden, uns nur mit summarischen Angaben begnügt haben, so geschah das in Rücksicht auf die Tatsache, daß in dieser Phase der Verbandtechnik im wesentlichen nur Althergebrachtes obgewaltet hat. In allen Instruktionsbüchern für Krankenträger, für das Lazarettpersonal sind Regeln und Material für diese erste Hilfe an den Verletzten seit langem gebührend berücksichtigt und nach unseren Erfahrungen im ganzen auch gut befolgt worden. Wenn wir anderenteils in schweren Kämpfen des Bewegungskrieges, wie in den ersten Wochen des Krieges auch viele ungeschiente und mangelhaft, ja ganz un zweckmäßig fixierte, speziell geschiente Oberarmbrüche selbst auf Hauptverbandplätzen beobachten konnten, so lag das nur zu oft nicht am Mangel guten Willens und Könnens des Personals, sondern an den Verhältnissen der Kampfplage, der Kampffront, aber doch auch z. T. an der Ungeübtheit vieler junger Ärzte. Die Frage, welche Notverbände, welches Material sich etwa besonders bewährt hat, läßt sich nicht in Kürze beantworten. Wir hatten immer wieder den Eindruck, daß es viel weniger auf das zur Verfügung stehende Verbandmaterial und Notverbandmaterial, als vielmehr darauf ankam, wer mit demselben hantiert hatte. Einigermassen geschultes Personal konnte mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln Praktisches leisten, und von diesem Gesichtspunkte aus haben sich die althergebrachten Tuch-, Binden-, einfachen Schienenverbände einschließlich der „Behelfsmittel“ im Weltkriege geradeso gut bewährt wie in früheren Kriegen. Es wäre ein vergebliches Beginnen, wollte man jetzt bereits eine vergleichende Übersicht über die Leistungen der im Sinne provisorischer Verbände angewandten zahlreichen „Methoden“ aufstellen. Wir haben übrigens die alten Notschienenverbände (Holz, Stroh, Schusterspan, Waffenteile usw.) bei weitem häufiger erlebt als neuerdings empfohlene, deren Vorzüge zwar vielfach geschildert wurden und anerkannt zu sein schienen, aber in der Kriegspraxis als provisorische Verbände doch nur hier und da an Stelle der altbewährten getreten waren.

Anders die Verbände, welche mehr für die eigentliche Behandlung der Oberarmbrüche in Lazaretten hinter der Front seit langem erdacht, vielfach mit Neuerungen versehen, zum größten Teil aber in unverkennbarer Anlehnung an bereits vor dem Weltkriege bewährte Methoden in Anwendung waren. Ein allzu starres Festhalten an einer Methode, an einem bestimmten Schienenmodell, mag es noch so sinnreich erdacht sein, ist im Kriege doch weit weniger am Platze als in der Friedenstätigkeit.

Wir geben im folgenden einige Abbildungen wieder zur Veranschaulichung von Hilfsmitteln, welche sich unserer Erfahrung nach im Kriege besonders bewährt haben, zumal viele derselben zugleich recht wohl auch noch zu den „Behelfsverbänden“ gerechnet werden können. Wenn wir dabei eine Auswahl treffen, so geschieht das lediglich in dem Bestreben, auf die möglichst einfachen Mittel in erster Linie hinzuweisen, ohne damit die Zweckmäßigkeit und die Erfolge der zahlreichen anderen Apparate für Lagerung und Extension zu bezweifeln, welche im Laufe des Krieges empfohlen wurden. Es haben ja auch hier verschiedene Wege zum Ziele geführt.

In Abb. 55 ist ein einfaches Prinzip veranschaulicht, durch welches der Oberarm — insbesondere bei Frakturen der unteren zwei Drittel — geschient und extendiert wird. Es entspricht der v. Hackerschen Extensionsschiene für Oberschenkelbrüche, wurde von PORZELT besonders für die Kriegsfrakturen des Oberarmes empfohlen, war



auch von VEDDER und SWINBURNE\*) vor Dezennien bereits angewandt und empfohlen worden. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß man mittels dieser Extensionsschiene (Latte), die sich leicht auch improvisieren läßt, einen Humerusbruch schienen und zugleich durch Zug nach oben und unten extendieren kann, zumal wenn die Schiene noch mit zirkulären



Abb. 55. Extensionschiene f. Oberarmbrüche.  
(Aus Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1918. Bd. X, Arb. Seidel.)

Heftpflasterstreifen ober- und unterhalb der Frakturstelle am Oberarmbefestigt wird oder aber gegen Thorax durch Zirkulärtouren (THÖLE). Wählt man statt der starren Holzschiene dünnere, mehr elastische Holzlatten oder federnde Metallschienen (THÖLE), so ist die extendierende Wirkung infolge des Bestrebens der Schiene, nach Anwickeln in geringer Biegung, sich zu strecken, eine bessere. Es kann so eine Art „Distraktionsverband“ leicht improvisiert werden. Ein Kommentar der Einzelheiten macht die Abb. 55 wohl überflüssig. Daß es viele Oberarmfrakturen gab, welche mittels dieses Verbandes auch weiterhin zweckmäßig behandelt werden konnten, ist einleuchtend, speziell Frakturen des Humerusschaftteiles.

Solche den Oberarm oben und unten überragenden Schienen sind auch aus anderen Materialien in anderer Form in Anwendung gekommen — (Leerschienen, Drahtleischienen, Holzladen (KÖHLHARDT), verstellbare Schienen mit Schraubenvorrichtung (WILD) —, erscheinen aber z. T. doch zu kompliziert in ihrer Herstellung, um weitere oder gar allgemeine Anwendung im Kriege gefunden zu haben.

Diese Schienen wirkten im wesentlichen als Außen- bzw. hintere Schienen. Daß man auch noch Oberarminnen-schienen mit denselben kombinieren kann und kombiniert hat, bedarf kaum der besonderen Erwähnung, ebensowenig wie die Tatsache, daß man solche Schienen auch als „Brückenschienen“ (unterbrochene Schienen), zwecks Wechsel des Wundverbandes herstellen kann.

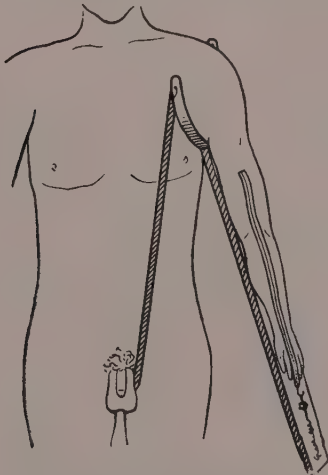


Abb. 56. Krückenschiene.  
(Aus Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1918. Bd. X, Arb. Seidel.)

Die in ähnlicher Weise wirkenden „Krückenschienen“, wie sie in besonders zweckmäßiger Form als „Borchgrewink-sche Extensionsschienen“ bekannt sind, Schienen aus Bandeisen oder Holz, die sich gegen die Achsel stützen (Abb. 56) und durch einen elastischen Perinealschlauch an zu festem Druck gegen die Achsel gehindert werden, während der Arm entweder durch seine Eigenschwere, durch Heftpflaster-, Spiralfeder oder Gummizug distalwärts extendiert wird, erscheinen zwar durchaus sinnreich und zweckentsprechend (v. SAAR, v. HABERER u. a.), sind aber im Weltkrieg, wie es scheint, nicht gerade oft angewandt worden, kamen auch bei der zunehmenden Gummiknappheit in den letzten beiden Kriegsjahren weniger in Frage.

Bei weitem am häufigsten, und zwar auf verschiedenen Kriegsschauplätzen wie auch in Heimatlazaretten, waren Behelfsschienenapparate in Anwendung, wie sie bereits vor dem Kriege vielfach und besonders gestützt auf die Forderungen von ZUPPINGER und CHRISTEN sich Eingang verschafft hatten. Sie haben sich in verschiedener Konstruktion so bewährt, daß, nachdem einmal die „Cramer-Schienen“ zur allgemeinen Anerkennung gekommen und in großen Vorräten vorhanden waren, sie auch vielerorts bereits auf Hauptverbandplätzen zu Transportverbänden Verwendung fanden. Anfangs mehr noch im Sinne des Middeldorpf'schen

\*) Vgl. H. FISCHER, Handb. d. Kriegschir. Stuttgärt 1882.

Triangelverbandes in starrer Form bei mäßiger Abduktionsstellung des Oberarmes angewandt, wurde diese Form mehr und mehr verdrängt durch die Abduktions-Extensionschienen („Rechtwinkelschienen“, ZUPPINGER), mittels welcher auch der zu fürchtenden Innenrotation des unteren Humerusfragmentes sicherer vorgebeugt werden konnte.

Solche zusammengesetzte Drahtleiterschienen sind in mannigfacher Form angewandt worden. Schon in der einfachen Form der dreieckigen Winkelschienen, wobei der Oberarmteil den Ellbogen ein gutes Stück überragt zwecks Anbringung der Extensionsrolle (Abb. 57), leisteten diese Schienen oft Vortreffliches. Wir sahen sie in einer Reihe größerer Lazarette fast ausschließlich im Gebrauch, wobei die Fixation der Thoraxschiene durch Stärke- oder Gipsbinden wirksamst unterstützt wurde. Durch eine leichte Außendrehung des Armteiles der Schiene um seine Längsachse konnte auch drohender Innenrotation des distalen Fragmentes begegnet werden.

In recht einfacher Weise wurde es bei derartigen Apparaten auch ermöglicht, die Abduktionsstellung durch behelfsmäßige Scharniervorrichtungen an der Verbindung von Arm und Thoraxschienenteilen beliebig zu ändern, also Bewegungen des Schultergelenkes zu üben, und ferner durch Anbringung z. B. eines Holzbrettes auf dem Armstück der Schiene auch das Ellbogengelenk aktiv und passiv zu bewegen, ohne daß der permanente Zug am unteren Fragment — Gewichts-, Feder-, Schrauben- oder direkte Extension — beeinträchtigt zu werden brauchte. Letztere Form der Extension wurde am Oberarm, wo ja übrigens auch eine Verkürzung von wenigen Zentimetern eher in Kauf genommen werden kann als an der unteren Extremität, lange nicht so oft angewendet als an dieser, kam aber doch auch schon in Feld- und besonders in Kriegslazaretten öfter in Frage, wobei als Angriffspunkte für den Nagel, die Zange, Klammer oder Drahtschlinge die Epikondylengegend, aber auch Olekranon und die Partie der Ulna dicht unterhalb desselben diente.

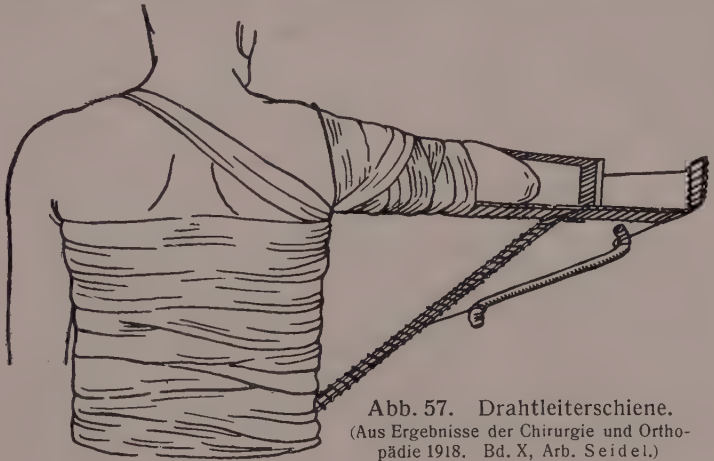


Abb. 57. Drahtleiterschiene.  
(Aus Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1918. Bd. X, Arb. Seidel.)

Konnte man auch allein aus Cramer-Schienen, in Verbindung am besten mit Gips- oder Stärkebinden, ganz brauchbare Abduktions- bzw. Rechtwinkelschienen, selbst mit Extensionsvorrichtungen herstellen (Abb. 57), so erwiesen sich doch Kombinationen mit Verstärkungslatten, Bandeisenschienen (Leerschienen) und zusammengesetzte Apparate aus Holz mit Scharnier, sogar Kugelgelenken, wenigstens in stationären Lazaretten oft geeigneter, weil dauerhafter gefertigt. An der Konstruktion solcher Apparate hatten viele Anteil, viele auch, welche die Verwirklichung ihrer mehr oder weniger zweckmäßigen Einfälle nicht publiziert haben. Zu letzteren gehören auch Vorrichtungen, welche den bequemen Wechsel des Wundverbandes gestatten, ohne daß die Extension, bzw. die Stellung der Fragmente, dabei gestört wird. Das wurde vielfach durch unterbrochene Gipsschienen erreicht, aber auch durch abklappbare Schienenteile. Wir geben in Abb. 58—60 ein Modell einer Oberarmschiene wieder, von dessen Zweckmäßigkeit wir uns zu überzeugen Gelegenheit hatten auf einer größeren Frakturabteilung (unter O. BRAUNS Leitung stehend). Die durchlochte Bandeisenschiene (Leerschiene) läßt verschiedene Stellungen zu, die durch Einschieben eines Metallstiftes beliebig fixiert werden können. Die Schiene ist zusammenlegbar und läßt sich gut dem Einzelfall anpassen.



Auf nähere Beschreibung dieser und anderer in gleichem Sinne wirksamer Schienenapparate müssen wir verzichten und wiederholen, daß das erstrebte Ziel mit einer ganzen Anzahl solcher erreicht wurde. Zu einseitiges Festhalten an einem bestimmten Modell, wie es übrigens seitens der Erfinder nur zu begreiflich erscheint, ist unseres Erachtens für den Krieg im allgemeinen nicht erwünscht. Gleichwohl hatte das

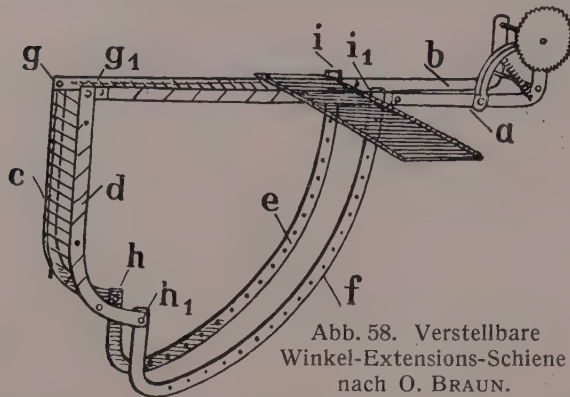


Abb. 58. Verstellbare Winkel-Extensions-Schiene nach O. BRAUN.

zahlenmäßigen Heilergebnisse, speziell der Schußfrakturen, noch zu viele Lücken enthalten, auch zu klein sind, als daß sie auch nur annähernd maßgeblich sein könnten. Aber für die auf Eindrücken fußende Annahme, daß die weit überwiegende Mehrzahl der Humerusschußbrüche, wenn auch viele erst auf Umwegen zur Heilung gekommen sind, und zwar im ganzen auch mit guten funktionellen Endergebnissen, lassen sich

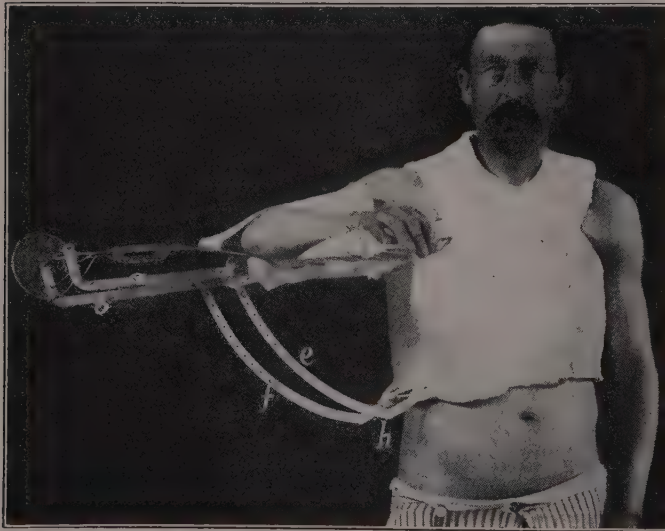


Abb. 59.

Dieselbe Schiene wie in Abb. 58 (O. BRAUN) angelegt, der Humerus extendiert durch Federwege, dosierbar durch Zahnrad.

zahlenmäßigen Ausdruck in einigen der bereits vorliegenden Verhältnisberechnungen, aber die Zahlenangaben der einzelnen Autoren sind recht ungleich. Wenn, wie wir bereits angeführt haben, gegenüber rund 20 % Mortalität für die Schußverletzungen der oberen Extremität ANSCHÜTZ und KAPIS die Todesfälle für den Weltkrieg mit etwa 5 % annehmen, so ist zu berücksichtigen, daß die Oberarmschüsse dabei oben an stehen und die Knochenschüsse wiederum das größte Kontingent stellen.

zähe Festhalten an bestimmten Apparaten, wie wir es besonders in den beiden letzten Kriegsjahren vielerseits erlebten, auch sein Gutes: das Interesse für die Verletzungen und die Verletzten, die Arbeitsfreude der Ärzte und die Erfahrung wurden dabei oft in einer Weise gefördert, die der Sache nützte und dankbare Anerkennung der Kranken für die ihnen gewidmete Sorgfalt der Behandlung in besonderem Maße erweckte.

Wir haben eingangs bereits angeführt, daß die bis jetzt vorliegenden immerhin bereits einige statistische Anhaltspunkte beibringen, auf deren Anführung wir nicht verzichten möchten.

Wenn nach dem Kriegssanitätsbericht über 1870/71 auf 2014 Schußfrakturen des Humerus 204 = 10,1 % Todesfälle und 265 = 13,1 % verstümmelnde Operationen (198 Amputationen, 67 Exartikulationen mit zusammen 98 Todesfällen), dagegen auf 1749 konservierende Heilverfahren einschließlich 325 konservierende Operationen 45 Todesfälle kamen, so durften natürlich für den Weltkrieg a priori weit günstigere Ergebnisse erwartet werden.

Diese finden nun zwar einen



In unserer eigenen Statistik (PARTSCH) kamen auf 151 Schußbrüche des Oberarmes 9 Todesfälle und 11% Gliedabsetzungen. In unserer anderen Statistik über 180 Oberarmschüsse, deren Mehrzahl Knochenschüsse betraf, sind nur 2 Amputationen verzeichnet für eine meist längere, aber für die einzelnen Fälle verschiedene Beobachtungszeit in einem großen Kriegslazarett. MARWEDEL hatte unter 64 Knochenschüssen des Oberarmes nur eine (Früh-) Amputation.

Diese wenigen Zahlen schon zeigen die Verschiedenheit der Ergebnisse einzelner Beobachter aus verschiedenen Beobachtungsstätten und weisen darauf hin, daß es zur Zeit noch nicht möglich ist, über Vermutungen hinaus ein Urteil über die Zahl der Gliedverluste bei Oberarmschußfrakturen zu fällen. Die Primärampulierten aus den vordersten Sanitätsformationen sind nur in der PARTSCHschen Zusammenstellung eingerechnet. Ein mittlerer Prozentsatz von schätzungsweise 8–11% Gliedverlusten erscheint wohl nicht zu hoch gegriffen. Andere Statistiken (PERTHES) enthalten keine Sonderberechnung

für Schußbrüche des Oberarmes. Wir glauben auch nicht, daß sich irgend brauchbare Ziffern der Amputationen nach Oberarmschußfrakturen an Hand einer Anzahl Statistiken über je einige hundert Fälle entnehmen lassen. Es dürften übrigens mehr Amputationen wegen Gelenkkomplikationen als wegen der Humerusbrüche vorgenommen worden sein.

Mag es auf den ersten Blick überraschen, wenn der angenommene Prozentsatz von 8–11% Gliedabsetzungen nur wenig gegen 1870/71 zurücksteht, so bleibt doch zu bedenken, daß im Deutsch-



Abb. 60.

Dieselbe Schiene, gestellt auf nur mäßige Abduktion.

Französischen Kriege die Infanterieverletzungen weit überwiegen, während im Weltkriege die Artillerieverletzungen aller Art in erschreckend hoher Zahl vertreten sind und nicht so ganz selten Verletzungen darstellten, welche einer primären Amputation schon nahestehen. Dazu die Tatsache, daß Infektionen schwerer und schwerster Art die ziemlich regelmäßigen Begleiter waren und ihrerseits mit zur Amputation drängten.

#### o) Fernresultate bei Schußbrüchen des Humerus.

Was endlich die wichtige Frage der Fernergebnisse der Oberarmschußbruchbehandlung anlangt, so vermochten wir an der Hand der 30000 Krankengeschichten mit 1200 Schußverletzungen der oberen Extremität, 430 des Oberarmes mit 151 Schußbrüchen ein Urteil darüber nicht zu gewinnen. Wenn wir die Endergebnisse nach unseren Eindrücken als im ganzen günstige annehmen, so liegen dem Zahlen nicht zugrunde. Bedenkt man aber, daß uns auch jetzt noch, im zweiten Jahre nach dem Kriege, immer einmal wieder alte Schußverletzungen, darunter auch Schußbrüche des Humerus, operativ beschäftigen zur Verbesserung stationär gewordener Zustände der Extremität, so müssen auch die wenigen statistischen Angaben, die über Endausgänge vorliegen, mit Vorsicht betrachtet bzw. verwertet werden. Wenn PERTHES als erster noch während des Krieges nach seinen Berechnungen auf Grund von dienstlichen Rundfragen in der Heimat von 649 Oberarmknochen- und -gelenkschüssen

berichten könnte, daß etwa  $\frac{2}{5}$  dienstunbrauchbar,  $\frac{3}{5}$  aber wieder dienstfähig, davon 30,4 % kriegsverwendungsfähig, 29 % garnison- oder arbeitsfähig geworden waren, so möchten wir auf Grund eigener Erfahrungen eher annehmen, daß diese Zahlen nicht als definitive anzusehen sind, daß vielmehr noch viele jener Fälle im Laufe der Zeit zu besseren Endergebnissen gekommen sein müssen. Zeit und Gebrauch der Glieder, medikomechanische und orthopädische Nachbehandlung, operative Späteingriffe einschließlich moderner Gelenk- und Knochenplastiken — obzwar von vielen Kriegsteilnehmern abgelehnt — wurden und werden doch auch von vielen in Anbetracht der jetzt herrschenden sozialen Zustände akzeptiert, ja direkt erbeten, und haben neben Mißerfolgen gar manche nicht unwesentliche Erfolge in den einzelnen Fällen erzielt, wenn der Wille zu gesunden die ärztlichen Bestrebungen unterstützt.

Wohl die häufigsten Späteingriffe waren hier, wie überhaupt nach Knochenschüssen, die Nekrotomien, viel weniger häufig Osteotomien aus Anlaß latenter Eiter- oder Granulationsherde oder von Fremdkörpern mit rezidiven entzündlichen Erscheinungen, oder endlich orthopädischer Art wegen difformer Knochenheilungen. Auch für diese Fragen vermögen wir eine Zahlenstatistik nicht beizubringen.



Abb. 61.

Defekt-Pseudarthrose des Humerus nach zu ausgedehntem Splitterverlust. Granatsteckschuß. Röntgenpause.

#### p) Pseudarthrosenheilungen des Oberarmes.

Pseudarthrosen des Humerus, die man in Anbetracht der zahlreichen zu Defekten führenden Knochensplitterbrüche als häufig vorkommend erwarten konnte, sind unseren persönlichen Erfahrungen aus Feld- und Kriegslazaretten nach recht selten gewesen. Doch konnten wir nur den kleinsten Teil der Oberarmfrakturen bis zu Ende beobachten. Verzögerte Konsolidationen infolge der Splitterung und Infektion waren fast als Regel zu beobachten. Berechnungen über die Häufigkeit von Pseudarthrosenheilungen des Humerus liegen aus der Heimat bereits in wenigstens kleineren Zahlen vor. Danach scheint der Humerus mit am wenigsten selten betroffen zu sein. So fand PERTHES 9 Pseudarthrosen des Humerus auf insgesamt 18 für alle Schußbrüche seiner Statistik (1049 Fälle). Daß etwa die Hälfte aller beobachteten Pseudarthrosen auf den Oberarm entfiel, berichten auch andere Kriegsauctoren (DENS, GEIGES), während GULEKE die Vorderarmknochen

etwas häufiger betroffen fand. 12—14 ‰ Pseudarthrosen kann man auf die Knochenbrüche überhaupt annehmen und 4—5 % von diesen 12—14 für den Humerus.

Daß diese relative Häufigkeit auf verschiedene Ursachen zurückzuführen ist, wird wohl allgemein jetzt wie früher angenommen. Mangelhafte Fixation der Fragmente, größere Neigung zur Splitterdislokation (wegen der relativ geringeren Muskelmassen, als z. B. am Oberschenkel, wo das Periost besser hält) werden ebenso beschuldigt, wie voreilige Entfernung gelöster und halbgelöster Splitter bei den ersten Versorgungen (vergl. Abb. 61), ferner zu lange fortgesetzte oder zu starke Extension und die Bildung von Nekrosen.

Daß auch bei pseudarthrotisch geheilten Oberarmfrakturen die Fernergebnisse der Behandlung, wobei es sich fast nur um operative Maßnahmen gehandelt hat, vielfach gute waren und weiter erwartet werden dürfen, dafür spricht die bereits vorliegende Kasuistik der Kriegsliteratur. Doch reicht diese nicht hin für eine maßgebende Statistik in Einzelfragen. Getrübt wurde die Prognose nicht weniger Pseudarthrosenoperationen durch die viel besprochene leidige „latente Infektion“. Das aber hatten solche Operationen, selbst als Spätoperationen ausgeführt, mit vielen anderen Spätoperationen nach Schußbrüchen gemein.

## 2. Die Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand.

Von Prof. Dr. CONRAD POCHHAMMER.

Leitender Chirurg und Frauenarzt des St. Josephskrankenhauses zu Potsdam.  
Generaloberarzt a. D.

Im Kriege beratender Chirurg des 41. Reservekorps.

Mit 13 Abbildungen im Text.

Wenn ich es übernommen habe, über die Erfahrungen zu berichten, die während des Weltkrieges bei den Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand gemacht worden sind, so bin ich mir dabei wohl bewußt, daß ich nicht in der Lage bin, auch ein nur annähernd vollkommenes Bild aller möglichen Beobachtungen bieten zu können, die sich bei diesen Schußverletzungen im Laufe der Kriegsjahre und der sich anschließenden Zeit auf deutscher Seite ergeben haben. Der plötzliche Umsturz und der Verlust des Krieges mit dem nachfolgenden Zusammenbruch aller geregelten Verhältnisse und dem Aufhören jeglicher Ordnung haben es unmöglich gemacht, das einschlägige Material in übersichtlicher Weise zu sammeln und zu bearbeiten und auf dieser Grundlage eine umfassende Darstellung aller Vorkommnisse und Sonderbeobachtungen auf diesem Gebiete der Schußverletzungen zustande zu bringen. Zur Bewerkstelligung einer solchen Aufgabe würden Jahre emsigster Sammel- und Sichtungsarbeit erforderlich sein, vor allem aber würde auch eine behördliche Unterstützung dazu notwendig sein, welche auch ein wirkliches Interesse an solcher wissenschaftlichen Bearbeitung bekundete und die nötigen Unterlagen herbeizuschaffen und zur Verfügung zu stellen mit allen Mitteln bestrebt wäre. Nur auf diese Weise würde es für den Darsteller möglich sein, eine vollständige Übersicht und ein sicheres Urteil über die Fülle der Einzelheiten und Mannigfaltigkeit der Beobachtungen zu gewinnen und in einer zusammenfassenden Abhandlung zur Anschauung zu bringen.

Die folgende Darstellung kann sich infolgedessen nur auf Erfahrungen stützen, die ich als beratender Chirurg während einer nahezu dreijährigen Tätigkeit im Felde und später als Fachbeirat in verschiedenen Heimatlazaretten habe machen können. Hinzu kommen Beobachtungen, die ich als Mitglied der Prüfstelle für Ersatzglieder in Charlottenburg zu machen Gelegenheit hatte, sowie Austausch von Mitteilungen auf chirurgischen und orthopädischen Kongressen und Ärzteversammlungen. Im Gegensatz zu diesen persönlichen Erfahrungen und mündlichen Übermittlungen kommen literarische Veröffentlichungen über dieses Gebiet der Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand nur in sehr spärlichem Maße in Betracht. Dieser Umstand deutet schon darauf hin, daß während dieses Krieges in der Beobachtung und Behandlung der Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand keine wesentlich neuen und abweichenden Erfahrungen gegenüber dem, was schon aus früheren Kriegen genugsam bekannt und erprobt war, gemacht worden sind. Wenn es trotzdem für erforderlich gehalten wird, die Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand in einem besonderen Abschnitte zu behandeln, so geschieht es, um den Rahmen des Ganzen in einem Handbuche der Kriegschirurgie, das die besonderen Erfahrungen dieses Weltkrieges zur Darstellung bringen will, zu vervollständigen. Ich selbst aber möchte mich unter dieser Begründung vor dem Vorwurf der Wiederholung bewahren, da ich mich in meiner Darstellung vielfach gezwungen sehen muß, längst Bekanntes und alt Gewohntes wieder aufzufrischen und nochmals zur Sprache und Anschauung zu bringen.

Die Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand haben auch während dieses Krieges zu den häufigsten Verletzungen gezählt. Genaue Angaben über ihre absolute Häufigkeit zu machen, im Vergleich zu den Schußverletzungen anderer Körperteile, ist freilich vorläufig nicht möglich, bevor wenigstens das gesamte Material der in den Lazaretten behandelten Fälle von Schußverletzungen, über die schrift-



liche Aufzeichnungen gemacht worden sind, statistisch zusammengestellt und verwertet worden ist. Darüber werden aber voraussichtlich noch Jahre vergehen, bis eine solche gewaltige und eingehende Arbeit bewältigt werden kann, die noch dazu erschwert wird infolge der gänzlichen Umwälzung und des Fortfalles bestandener Einrichtungen, die eine solche Sammlung und Sichtung des gesamten Materials nach statistischen Gesichtspunkten hätten fördern und erleichtern können.

Besonders hervorgehoben werden muß, daß die Häufigkeit der Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand auch während dieses Krieges großen Schwankungen unterlegen ist. Sie sind naturgemäß häufiger gewesen, und zwar auch relativ häufiger während des Bewegungskrieges als während des Stellungskrieges. Die freie und ungehinderte Handhabung der Waffe, sei es beim Infanteristen wie auch bei den Bedienungsmannschaften der Geschütze, Maschinengewehre, Minenwerfer u. dgl., bedingte es, daß Hände und Vorderarme häufig ungedeckt den feindlichen Geschossen sich aussetzen mußten, während der übrige Körper nach Möglichkeit Deckung suchen und sich außerhalb des Bereiches der Geschoßwirkung halten konnte. Aus demselben Grunde waren auch während des Stellungskrieges Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand im Vergleich zu anderen Körperteilen verhältnismäßig häufiger. Die am Schloß bzw. Abzug des Gewehres liegende Hand und der angrenzende Teil des Unterarmes waren auch im deckenden Schützengraben feindlicher Geschoßwirkung oft genug frei ausgesetzt.

Doch auch hierbei traten während der verschiedenen Phasen des Krieges erhebliche Unterschiede hervor. In den beiden ersten Kriegsjahren sowohl im Westen wie im Osten, wo die Zahl der Gewehrschußverletzungen gegenüber den Verwundungen durch Artilleriegeschosse noch bei weitem überwog, waren die Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand häufiger als in den letzten Kriegsjahren, wo infolge der Zunahme namentlich der schweren Artillerie, und zwar besonders auf den westlichen Kriegsschauplätzen, die Verletzungen durch Granatsplitter bei weitem in der Mehrzahl waren und die Gewehrschußverletzungen sichtlich abgenommen hatten.

Es zeigt sich also auch hinsichtlich der Häufigkeit der Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand ein wesentlicher Unterschied in bezug auf die Geschosse, durch die diese Verletzungen hervorgebracht worden sind. Bei den Granatverletzungen waren die Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand oft nur Nebenverletzungen, die gegenüber den wichtigeren Verletzungen anderer Körperteile häufig zurücktraten.

Schon aus diesen Angaben über die wechselnde Häufigkeit der Vorderarm- und Handschüsse geht hervor, daß die Feststellung der absoluten Häufigkeit dieser Schußverletzungen während dieses Krieges lediglich statistisches Interesse hat, aber von sehr geringer praktischer Bedeutung ist. Die Häufigkeit dieser Schußverletzungen wird sich je nach der Kampfesart und Bewaffnung der sich gegenüberstehenden Gegner richten. Aus meiner eigenen Erfahrung kann ich berichten, daß während des Bewegungskrieges im ersten Kriegsjahre, wo mein Feldlazarett in einem Dorfe südlich der Marne in den Septembertagen vor dem Rückzuge eingerichtet war, unter 1350 Verwundeten, die dem Lazarett innerhalb 3 Tagen zuzogen, sich fast ein Drittel mit Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand befanden. Dabei handelte es sich in der Mehrzahl der Fälle um Verletzungen durch Infanteriegeschosse, die, abgesehen von Querschlägern, oft genug nur einen meist schnell verklebenden Schußkanal hinterließen. Das französische Spitzgeschoß konnte damals noch als eine durchaus humane Geschoßart bezeichnet werden. Später haben sich diese Verhältnisse freilich sehr bald verändert. An Stelle der Gutartigkeit der Gewehrschußverletzungen trat die zerstörende Wirkung der Dumdumgeschosse, und schließlich überwog die Massenhaftigkeit der Granatschußverletzungen mit ihren oft unberechenbaren Wirkungen und Nachwirkungen auch bei den Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand.

Um nun zu den einzelnen Schußverletzungen im Bereiche des Vorderarmes und der Hand überzugehen, so muß zunächst darauf hingewiesen werden, daß die eigentlichen Gelenkverletzungen und ebenso die Nerven- und Gefäßverletzungen in besonderen Abschnitten getrennt behandelt werden. Desgleichen finden die Amputationen und Exartikulationen, sowie die Nachbehandlung der Stümpfe, die plastischen und kineplastischen Stumpfoperationen und schließlich die künstlichen Glieder eine gesonderte Darstellung in eigens dafür abgeteilten Abschnitten, die von verschiedenen Autoren bearbeitet sind. Es bleiben also für eine Beschreibung der Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand eigentlich nur die Weichteile, und zwar Haut, Muskeln, Sehnen und Bänder, sowie die diese Gliedabschnitte stützenden Knochenteile übrig, um die Wirkungen der verschiedenen Schußverletzungen an ihnen darzustellen. Immerhin wird es sich um der Einheitlichkeit der Darstellung willen nicht vermeiden lassen, die schon in besonderen Abschnitten behandelten Gelenk-, Nerven- und Gefäßverletzungen, soweit sie zum Gebiete des Vorderarmes und der Hand gehören, auch in diesem Abschnitte an gegebener Stelle kurz zu streifen und in Betracht zu ziehen, schon um Zusammengehöriges lediglich der Einteilung zuliebe nicht auseinander zu reißen und die Anschaulichkeit der zusammenhängenden anatomischen Verletzungsbilder nicht zu stören.

#### A. Schußverletzungen der Weichteile des Vorderarmes.

Was die Schußverletzungen der Weichteile des Vorderarmes anbelangt, so spielt eine sehr wesentliche Rolle dabei, ob gleichzeitig Verletzungen von Knochenteilen damit verbunden sind oder nicht. Gewöhnlich weisen die Weichteile bei den eigentlichen Knochenschußbrüchen weit erheblichere Störungen auf als bei den reinen Weichteilschüssen. Sie müssen daher bei der Beschreibung der Knochenschußverletzungen besonders besprochen werden, während die reinen Weichteilschüsse für sich betrachtet werden können.

Bloße Weichteilschüsse im Bereiche des Vorderarmes sind im ganzen selten. Der Bau des Vorderarmes und insbesondere der unmittelbare Zusammenhang der Weichteile mit dem Knochengerüst, das in Form von zwei kräftigen Röhrenknochen die Hauptmasse des ganzen Vorderarmes ausmacht, bedingt es, daß für reine Weichteilschüsse nur ein verhältnismäßig geringer Spielraum geboten ist. Wir finden daher reine Weichteilschüsse im Bereiche des Vorderarmes hauptsächlich in seiner oberen Hälfte, wo die Muskelmasse besonders an der Vorderseite und an der Radialseite beim kräftigen Manne oft mächtig entwickelt ist. Hier finden wir reine Weichteilschüsse sowohl als Streifschüsse, als Durchschüsse und als Steckschüsse. Die Verletzung der Weichteile ist dabei natürlich nach Art der einwirkenden Geschosse oft sehr verschieden. Sie schwanken vom feinsten Durchschuß kleiner rundlicher Granatsplitter oder dem glatten Durchschuß eines Infanteriespitzgeschosses bis zu den großen Weichteildefektschüssen, wie sie gelegentlich durch große Granatsplitter mit oft schweren Zerreißen und Abrissen der Weichteile ohne jede gleichzeitige Knochenverletzung zustande gekommen sind.

Bei allen diesen Weichteilschüssen spielt die Hauptrolle die gleichzeitige Mitverletzung von Blutgefäßen und Nerven, welche, man darf wohl sagen in der Mehrzahl der Fälle, fast nie fehlen. So harmlos oft auf den ersten Blick ein glatter Weichteildurchschuß durch die Weichteilmasse des Vorderarmes aussieht, so ergibt sich doch hinterher oft eine schwere Nervenschädigung namentlich im Bereiche des Nervus ulnaris, die anfangs, wo das Glied infolge der Schußverletzung geschont oder geschient wurde, ganz übersehen war, später aber, als nach erfolgter Wundheilung Vorderarm und Hand ihre Funktion wieder aufnehmen sollten, um so unangenehmer in Erscheinung trat. Ergibt doch gerade beim Ulnaris die nachträgliche Nerven- naht sehr wenig günstige Erfolge!

In gleicher Weise wie der N. ulnaris kann natürlich auch der Medianus und Radialis gelegentlich eines reinen Weichteilschusses durch die Muskelmassen des Vorderarmes mitverletzt werden. Diese Mitverletzungen der Nervenstränge pflegen aber von Anfang an so schwere Ausfallerscheinungen im Gebrauche des Vorderarmes und der Hand hervorzurufen, daß sie sofort im Vordergrund des Verletzungsbildes stehen und infolgedessen sehr selten übersehen werden. Gerade bei diesen Nervenschüssen des Vorderarmes ohne gleichzeitige Knochenverletzung hat die primäre Nervennaht bald nach erfolgter Lazarettaufnahme des Verwundeten bei unkompliziertem Wundverlaufe die höchsten Triumphe gefeiert. Sie gaben die besten Aussichten auf eine völlige Wiederherstellung der gestörten Funktion in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen. Eine besondere Erwähnung verdienen die Weichteilschüsse im oberen Drittel des Vorderarmes, die mit starken Hämatombildungen infolge gleichzeitiger Gefäßzerreißen einhergehen. Diese Hämatombildungen sind gewöhnlich durch Mitverletzung einer der beiden Hauptarterien des Vorderarmes, der Radialis oder Ulnaris bald nach ihrem Abgange aus der Kubitalarterie hervorgerufen. Nur selten kommt es zur Bildung pulsierender Hämatome wie bei der echten Aneurysmabildung. Bei kleiner bald verklebender Ein- und Ausschußöffnung können diese Hämatombildungen schwere Kompressionserscheinungen besonders auf die benachbarten Nerven und Blutgefäße nach sich ziehen, die in Form heftigster Schmerzen, Lähmungs- und Stauungserscheinungen hervortreten. Finger und Hand laufen blau an, werden kalt und gefühllos; dabei kann man sehr schmerzhaft und unangenehme Parästhesien beobachten, die schließlich das Gefühl des Abgestorbenseins der Hand zur Folge haben. Bei richtiger Behandlung, Schienung und Suspension des Armes können die Beschwerden und Erscheinungen von selbst wieder zurückgehen. In einer Reihe von Fällen ist man jedoch gezwungen, operativ vorzugehen, die Hämatome, auch ohne daß eine nennenswerte Blutung nach außen besteht, freizulegen und auszuräumen und das verletzte arterielle Gefäß aufzusuchen und zu unterbinden, um einer weiteren Nachblutung nach Lösung des verstopfenden Thrombus bei eintretender Blutdrucksteigerung vorzubeugen.

Die Notwendigkeit eines solchen operativen Vorgehens bei diesen Hämatomen hat sich namentlich aus der Beobachtung ergeben, daß besonders bei gleichzeitiger Nervenverletzung infolge der Kompression des Blutergusses Gangrän einzelner Finger und Fingerglieder eingetreten ist. Besonders aber kommt es in diesen Fällen leicht zu einer sekundären Wundinfektion, die dann zur Vereiterung des Hämatoms und schwersten phlegmonösen Entzündungsprozessen sowie septischen Nachblutungen geführt und die Erhaltung des Gliedes meist auf das schwerste gefährdet hat. Viele Amputationen und Exartikulationen mußten schließlich aus diesen Gründen ausgeführt werden, die sich bei frühzeitiger Inzision und Ausräumung des Hämatoms und nachfolgender exakter Blutstillung und Tamponade in vielen Fällen hätte vermeiden lassen.

Am gefährlichsten und mit Recht am gefürchtetsten unter diesen Infektionen war bei den Hämatomen — mochten sie nun mit oder ohne gleichzeitigen Schußbruch zustande gekommen sein — die Gasgangrän. Offenbar bildet der zwischen zerfetzten und absterbenden Muskelfasern und Muskelteilen eingelagerte Bluterguß einen äußerst günstigen Nährboden für die erste Entwicklung der anaeroben Gasbrandbakterien. Sind erst erkennbare Zeichen des fortschreitenden Gasbrandes vorhanden, so kommt man mit den Einschnitten und Gewebsausschneidungen für gewöhnlich zu spät. Nur die radikalen Methoden der Gliedabsetzung können noch helfen, sofern noch mit einer Lokalisation des Infektionsherdes zu rechnen ist, und nicht schon eine Allgemeinintoxikation mit ihren deletären Folgen auf den ganzen Organismus Platz gegriffen hat.

Es kann nicht wundernehmen, wenn nach solchen Erfahrungen im späteren Verlaufe des Krieges, namentlich in der Ära der überwiegenden Granatsplitter-



verwundungen, es immer mehr Brauch und Vorschrift unter den Feldärzten wurde, jede Wunde, auch anscheinend harmlose Weichteilwunde bei Durchschüssen, freizulegen und einer genauen Wundrevision zu unterziehen und alles zerfetzte und irgendwie verdächtige Gewebe mit Messer und Schere zu entfernen und klare und offene Wundverhältnisse zu schaffen. Der alte Grundsatz, daß jede Schußwunde praktisch zunächst als keimfrei anzusehen sei, wurde damit wieder durchbrochen. Der Feldarzt, der in den ersten Zeiten des Krieges hauptsächlich als Verbandtechniker wirksam war, wurde im weiteren Verlaufe allmählich zum Feldchirurgen umgewandelt, der den Heilungsverlauf der Schußwunde nicht dem blinden Zufall überließ, sondern von vornherein durch chirurgisch-antiseptische Maßnahmen die Heilungsbedingungen der Schußwunde zu regeln suchte durch Schaffung möglichst günstiger, vor allem entzündungswidriger Wundverhältnisse.

Unter den bloßen Weichteilschüssen des Vorderarmes bedürfen noch eines besonderen Hinweises die ausgedehnten Weichteildefektschüsse, die fast ausschließlich nach Granatsplitterverletzungen zur Beobachtung kamen. Für gewöhnlich handelte es sich dabei nicht nur um Abreibungen ganzer Muskel- und Sehnenteile, sondern meist schwerer ins Gewicht fielen dabei die gleichzeitigen Nerven- und Gefäßzerreißen, welche oft genug die Erhaltung des Gliedes, insbesondere der distalen Abschnitte des Vorderarmes und der Hand, in Frage stellten. Trotz Unversehrtheit der stützenden Knochenteile, die der schützenden Haut- und Weichteildecke entblößt mehr oder weniger frei zutage lagen, mußte in solchen Fällen der Entschluß zur Absetzung des Gliedes gefaßt werden. Denn es drohte infolge der Gefäß- und Nervenzerreißen nachfolgende Nekrose von Hand und Fingern, die irgendeine nennenswerte Funktion des Gliedes nicht mehr erhoffen ließen. Die Absetzung erfolgte dann meist in den Feldlazaretten, wenn nicht schon auf dem Hauptverbandplatze die Indikation dazu gestellt war, nachdem der fortschreitende Gewebstod in Hand und Fingern die Hoffnung auf Wiederherstellung einer ausreichenden Blutzufuhr und Ernährung als aussichtslos hatte erscheinen lassen. Aber auch in Fällen, wo trotz der erfolgten Gefäßzerreißen und Nervenverletzung sich infolge Erhaltung der Art. interossea und einzelner Nebenäste der durchtrennten beiden Hauptarterien des Vorderarmes wieder günstigere Zirkulationsverhältnisse herstellten, kam es nach diesen Defektschüssen in weiterer Folge allzuhäufig zu derartigen Verkrüppelungen der mühsam erhaltenen Hand nebst Fingern, daß noch hinterher in den Heimatlazaretten infolge dauernder Neigung zu trophischen Geschwürsbildungen mit äußerst schmerzhaften neuralgischen Beschwerden die Spätamputation als eine erwünschte Erlösung letzten Endes doch den Schlußakt solcher weichteilerstörenden Verletzungen bildete.

Indes selbst ohne schwere Nerven- und Gefäßverletzung ergaben die Weichteildefektschüsse am Vorderarm oft genug eine schlechte Prognose quoad functionem. Der Ausfall ganzer Muskel- und Sehnenteile führte im weiteren Heilungsverlaufe häufig zu schweren Narbenkontrakturen, die trotz vieler Nachoperationen, Haut-, Muskel- und Sehnenüberpflanzungen, sowie ausgiebigster funktioneller Nachbehandlung die zurückgebliebene Hand und Finger mehr oder weniger hochgradiger Verkrüppelung anheimfallen ließen.

Zu ähnlichen Störungen der Gebrauchsfähigkeit der Hand und Finger sowie auch der Beweglichkeit in den Vorderarmgelenken und im Handgelenk führten nun bisweilen auch einfache Weichteilschüsse, die zunächst durchaus harmlos erschienen, bei denen sich aber infolge eingetretener Infektion durch mitgerissene Tuch- und Lederfetzen oder andere eingedrungene Fremdkörper schwerste fortschreitende Entzündungsprozesse in der Tiefe der Weichteile früher oder später entwickelten. Wenn diese phlegmonösen Prozesse sich namentlich in den schlechter durchbluteten und ernährten sehnigen Teilen des Vorderarmes ausbreiteten, so kam es oft trotz breiter und ausgiebiger Inzisionen zur Nekrose und Ausstoßung ganzer Sehnenstränge

und -stücke, die zu schwersten Beeinträchtigungen der funktionellen Verwertbarkeit der erhaltenen Hand und Finger führen mußten. Vielfach waren es auch in solchen Fällen nur die narbigen Verwachsungen einzelner Muskel- und Sehnenteile untereinander und mit der umgebenden Narbenhaut, welche die häufig irreparablen Funktionsstörungen im Gebrauche der Hand und der Finger bei solchen infizierten Weichteilschüssen des Vorderarmes zur Folge hatten.

Diese Narbenkontrakturen nach Weichteilschüssen haben später in den Heimatlazaretten die nachbehandelnden Chirurgen und Orthopäden oft vor die schwierigsten Aufgaben gestellt. Nicht nur durch medikomechanische Nachbehandlung mit Massage, Heißluft und mannigfachen Übungsapparaten suchte man die entstehenden Funktionsstörungen allmählich wieder auszugleichen, sondern auch auf operativem Wege durch Haut- und Sehnenplastiken versuchte man diesen Folgezuständen der Schußverletzungen in oft mühseliger Kleinarbeit beizukommen. Die Erfolge waren in solchen Fällen freilich keineswegs immer gleichmäßig. Es wurden zwar Besserungen der Gebrauchsfähigkeit in einer Reihe von Fällen erzielt, aber es darf nicht verschwiegen werden, daß trotz aller Mühen der plastischen Chirurgie und Orthopädie die Endergebnisse bei solchen Narbenkontrakturen nach infizierten Schußverletzungen im Bereiche des Vorderarmes und der Hand in vielen Fällen doch recht unbefriedigend blieben und in keinem Verhältnis zu der aufgewandten Mühe und Arbeit standen. Der Grund dieser ungünstigen Erfahrungen ist in der sog. „schlummernden Infektion“ zu suchen, die nach Schußverletzungen viel hartnäckiger in Erscheinung trat als nach anderen Entzündungsprozessen traumatischen Ursprungs. Sie vereitelte oder beeinträchtigte oft die gewünschten Erfolge der Plastiken wie auch der medikomechanischen Maßnahmen durch Wiederaufflackern der Entzündungsprozesse in den narbig veränderten Gewebsschichten, die zu neuen Verwachsungen und Versteifungen infolge mangelnder Elastizität der Gewebsschichten schließlich führten.

Was nun den Verlauf und die Behandlung der Weichteilschüsse des Vorderarmes anbelangt, so ist das Wesentliche bei der Schilderung der verschiedenen Arten der Weichteilschüsse bereits hervorgehoben oder doch angedeutet worden und nur wenig noch von allgemeinerer Bedeutung hinzuzufügen. Die erste Wundversorgung und der erste Verband waren im allgemeinen maßgebend für den weiteren Verlauf der Schußverletzung. Viele der einfachen Durchschüsse mit kleiner Ein- und Ausschußöffnung heilten unter dem einfachen deckenden Schutzverbande in wenigen Tagen vollständig zu, sofern keine größeren Gefäße dabei mitverletzt waren. Nach Abnahme des Verbandes waren die Schußöffnungen gewöhnlich mit trockenem Schorfe ausgefüllt, nach dessen Abstoßung dann oft kaum sichtbare Narben zurückblieben. Doch war in diesen günstigen Fällen auch meist ein wichtiges Moment für die Wundheilung richtig angewandt und durchgeführt worden: das ist die absolute Ruhigstellung des verwundeten Gliedes, auch wenn die Wunden an sich noch so harmlos erschienen. Das Umwickeln des einfachen Schutzverbandes in Form des Verbandpäckchens, das von den Verwundeten oft selbst ausgeführt wurde, genügte keineswegs, namentlich bei den Vorderarmwunden, um damit einen glatten Wund- und Heilverlauf zu gewährleisten. Häufig genug kam es trotz regelrecht angelegten Wundverbandes bei kleinen Schußöffnungen doch noch zu nachträglicher Eiterung aus dem Schußkanal, wenn die Leute den an sich zweckmäßig verbundenen Arm in unzumutbarer Weise gebrauchten und damit alle möglichen Hantierungen beim Essen, beim An- und Auskleiden, beim Fortschaffen ihrer Sachen u. dgl. ausführten. Durch jede Bewegung, insbesondere Drehbewegungen des Vorderarmes und der Hand, kam es zu unvermeidlichen Verschiebungen des die Wunde deckenden Verbandes, so daß dadurch dem Eindringen von Schmutzpartikelchen der Haut und ihr anhaftenden Infektionskeimen Tür und Tor ständig wieder geöffnet wurden. Nur die absolute Ausschaltung des Armes und der Hand von jedem Gebrauch durch Anlegen eines Armtragetuches oder von Bindenzügeln, die dem gleichen



Zwecke dienen, konnte die nachträgliche Infektion des Schußkanals mit einiger Sicherheit verhüten.

Die vollkommene Ruhigstellung spielt gerade für die Schußverletzungen des Vorderarmes und der Hand eine noch größere Rolle als die Keimfreiheit der äußeren Bedeckung der Wunde: das haben mannigfache Erfahrungen in diesem Weltkriege wieder erwiesen. Progrediente Phlegmonen nach einfachen Weichteilschüssen des Vorderarmes kamen meist in solchen Fällen zur Beobachtung, wo bei der ersten Wundversorgung wegen scheinbarer Harmlosigkeit der Verletzung nicht genügendes Gewicht auf eine gleichzeitige Ruhigstellung des verletzten Armes gelegt worden war. Es ist daher die Forderung aufzustellen, daß alle Schußverletzungen im Bereiche des Vorderarmes und der Hand — gleichgültig, ob dabei eine Knochenverletzung vorliegt oder nicht — wenn möglich, mit einem einfachen Schienenverbande zu versehen sind, der den Gebrauch des betroffenen Gliedes zu irgendwelchen den Wundverlauf und die Wundheilung störenden Verrichtungen wenigstens für die ersten Tage nach der Verletzung völlig ausschließt. Ausgenommen sind davon leichte Streifschüsse der Haut, bei denen die Faszienhülle des Armes unverletzt blieb.

Eine noch wichtigere Rolle als bei den einfachen Gewehrsschußwunden spielte die primäre Ruhigstellung des Vorderarmes bei Verletzungen durch Artilleriegeschosse, insbesondere durch Granatsplitter. Namentlich bei umfangreichen Zerreißen der Weichteile mit mehr oder weniger ausgiebiger Gefäßblutung muß die Schienung des Armes mit völliger Ruhigstellung auch der Hand und des Handgelenkes als ein unbedingtes Erfordernis bezeichnet werden, von dem das Schicksal der späteren Gebrauchsfähigkeit des Gliedes oft in wesentlichem Maße abhing. Als Material für die Schienung kamen vor allem gut gepolsterte und zurechtgebogene Drahtschienen, die sog. Kramerschen Schienen, in Betracht, aber auch improvisierte Schienen aus Pappe, Holz, Strohgeflechten u. dgl. erfüllten den gleichen Zweck, sofern sie richtig angelegt waren und außer dem Vorderarm auch die benachbarten Gelenke und vor allem die zugehörige Hand zunächst ruhig stellten. Auf diese Weise wurde auch bei infizierten Wunden, ohne daß eine regelrechte Wundversorgung hatte stattfinden können, einer Weiterverbreitung der Infektion am besten vorgebeugt.

Neben der Ruhigstellung aber wurde bei den infizierten Wunden, und das waren im wesentlichen fast alle Granatsplitterverletzungen, die Art der ersten Wundversorgung maßgebend für den weiteren Heilungsverlauf. Auch für die Schußwunden der Weichteile des Vorderarmes ergab sich die Erfahrung, daß auch bei dem geringsten Verdacht einer stattgehabten Infektion eine möglichst frühzeitige Freilegung der Schußöffnungen, unter Entfernung alles zerfetzten und der Nekrose verfallenen Gewebes, unter Umständen bei breiten Granatsplitterwunden die alsbaldige Exzision des ganzen Wundbettes, wie sie von P. L. FRIEDRICH schon lange vor dem Kriege auf Grund seiner Tierversuche empfohlen war, die besten Aussichten auf eine weitere glatte und entzündungsfreie Wundheilung gewährten. Daneben spielen alle Versuche, den Heilungsverlauf durch Umspritzung der Wunden mit antiseptischen Flüssigkeiten, wie Vuzin, Eukupin u. dgl. Lösungen, im Sinne der Verhütung einer Weiterverbreitung der Wundinfektion günstig zu beeinflussen, eine ziemlich illusorische Rolle. Sie fußen z. T. auf falschen Vorstellungen vom Wesen der Entzündung, die nun einmal nicht wie ein chemischer Reagenzglasversuch abläuft, sondern von mannigfachen biologischen Faktoren abhängt, deren Einzelheiten und Zusammenhänge wir noch keineswegs kennen.

Hat dagegen bei stark zerfetzten Weichteilwunden eine Infektion stattgefunden und eine primäre Wundversorgung nicht rechtzeitig einsetzen können, so hat sich in vielen Fällen auch bei den Schußverletzungen am Vorderarm und der Hand die sog. offene Wundbehandlung, auf deren Vorzüge und Nachteile sowie Indikationen und Gegenindikationen ich hier jetzt nicht näher eingehen kann, als sehr nützlich



und brauchbar erwiesen. Sie erfordert ein besonderes Studium und technische Erfahrung, wie schließlich jeder Wundverband, um in geeigneten Fällen auch den richtigen Gebrauch von ihr zu machen. Vor allem ist aber zu ihrer zweckentsprechenden Durchführung ein gut angeleitetes und zuverlässig geschultes Personal erforderlich. Aus diesen Gründen eignet sie sich im allgemeinen nicht für die Feldverhältnisse, wohl aber für eine stationäre Behandlung in den Heimatlazaretten, wo bei genügender Sorgfalt und bei geeigneter Auswahl der Fälle sich mitunter überraschend gute Erfolge erzielen ließen, ohne den Verwundeten durch die Belästigung eines häufigen Verbandswechsels in seiner Genesung zu stören.

### B. Knochenschüsse des Vorderarmes.

Gegenüber den Weichteilschüssen nehmen die Knochenschußbrüche des Vorderarmes einen weit größeren Spielraum ein und zeigen eine erhebliche Mannigfaltigkeit der Formen, je nachdem nur einer der beiden Vorderarmknochen oder beide zugleich verletzt sind. Ein weiterer Unterschied wird dadurch bedingt, daß die Knochen an den verschiedensten Stellen ihrer Knochenfiguration verletzt sein können. Wir unterscheiden demnach Epiphysen- und Diaphysenschüsse, je nachdem die die Gelenkteile tragenden und daher meist verbreiterten Knochenenden verletzt sind oder der eigentliche zur Stützung des Vorderarmes dienende Knochenschaft betroffen ist. Bei den Epiphysenschüssen ist endlich zu berücksichtigen, daß für die Zusammensetzung des Ellbogengelenkes das proximale Ende der Ulna der wichtigere Knochenteil ist, während für das Handgelenk die distale Radiusepiphyse den überwiegenden Anteil der Vorderarmknochen darstellt. Demnach ergibt sich als zweckmäßigste Einteilung: proximale Epiphysenschüsse, Diaphysenschüsse der Ulna, des Radius und beider Vorderarmknochen zugleich und schließlich distale Epiphysenschüsse.



Abb. 62. Isolierter Schußbruch des Olekranon infolge Granatsplittersteckschusses.

#### a) Proximale Epiphysenschüsse.

Die Knochenschußbrüche, welche lediglich die proximale Epiphyse der Vorderarmknochen betreffen, sind verhältnismäßig selten beobachtet. Unter ihnen ist noch am häufigsten der Streifschuß der hinteren Ellbogengegend, der zugleich das Olekranon mitgestreift hat. Auf diese Weise entsteht die isolierte Schußfraktur des Olekranons. Es kommt dabei gewöhnlich zu stärkerer Splitterung des Olekranons. Die Knochenfissuren können sich bis in die Gelenkfläche hinein fortsetzen, und meist kommt es dann auch zu einem konkomitierenden Bluterguß in das Ellbogengelenk selbst.

Solange das Gelenk selbst nicht eröffnet ist, müssen diese isolierten Schußbrüche des Olekranons als verhältnismäßig gutartig bezeichnet werden. Doch empfiehlt sich in allen diesen Fällen eine möglichst baldige Freilegung des Schußkanals bzw. der Schußrinne, wenn es sich um einen ausgesprochenen Streifschuß handelt, um alle losen Knochensplitter auszuräumen und glatte Wundverhältnisse zu schaffen. Gerade an dem meist nur von dünner verschieblicher Haut und einigen Sehnen-

fasern bedeckten Olekranon findet die sekundäre Infektion leicht und rasch Eingang und führt unweigerlich zur Knochennekrose, die wiederum eine ständige Gefahr durch Weiterverbreitung der Infektionskeime in das Ellbogengelenk hinein bedeutet.

Noch wichtiger ist die alsbaldige Wundtoilette und Herstellung günstiger Wundverhältnisse, wenn durch den Schußbruch des Olekranons von vornherein das Ellbogengelenk eröffnet wurde. Hier wird am besten nach Entfernung alles zeretzten und der Nekrose verfallenen Gewebes und namentlich aller aus dem ernährenden Zusammenhange gelöster Knochensplitter eine zweckentsprechende Drainage des Gelenkes sofort angeschlossen. Nur so darf auf eine Verhütung der sekundären Vereiterung und nachträglichen Versteifung des Gelenkes nach perforierenden Olekranonschüssen gerechnet werden.

Neben dem isolierten Schußbruch des Olekranons muß der isolierte Schußbruch der oberen Radiusepiphyse als eine außergewöhnliche Seltenheit bezeichnet werden. Es bedarf einer ganz bestimmten Armhaltung und einer dazu stimmenden Schußrichtung, um sein Zustandekommen zu ermöglichen. Die innige Verbindung, die das Radiusköpfchen nicht nur mit dem Ellbogengelenk und insbesondere mit der Eminentia capitata humeri eingeht, sondern auch seine besondere Gelenkverbindung mit der benachbarten Ulna erschweren seine isolierte Verletzung.

Aus dieser anatomischen Betrachtung der engen Verbindung der oberen Epiphyse der beiden Vorderarmknochen geht schon hervor, daß bei einer Schußverletzung, welche diese Gegend trifft, für gewöhnlich beide Knochen zugleich verletzt sind. Und in der Mehrzahl der Fälle handelt es sich dabei um einen echten Gelenkschuß des Ellbogengelenkes, bei dem auch die untere Humerusepiphyse fast immer mitbeteiligt ist. Diese Ellbogengelenkschüsse aber gehören mit zu den häufigsten Schußverletzungen, welche die obere Extremität betreffen. Sie werden daher auch in dem Abschnitt: „Gelenkschußverletzungen“ gesondert abgehandelt. Hier kann nur insofern davon die Rede sein, als die obere Epiphyse der Vorderarmknochen daran teilnimmt.

Die Prognose dieser Ellbogengelenkschüsse hängt in erster Linie von dem Grade der Zerstörung der beteiligten Gelenkflächen ab. Mit ihr Hand in Hand geht für gewöhnlich die Heftigkeit und Ausdehnung der begleitenden Infektion. Je stärker die Splitterung der Knochenteile ist, um so schneller und nachhaltiger pflegen die eingedrungenen Infektionskeime an Boden zu gewinnen. Die Gelenkresektion wird dann unvermeidlich, und je eher sie kommt, desto besser ist es für die spätere Gebrauchsfähigkeit des ganzen Armes.

Aber es kann nicht geleugnet werden, daß unter Umständen bei glatten Durchschüssen, namentlich mit unveränderten, nicht deformierten Spitzgeschossen, auch die Veränderungen an den knöchernen Gelenkteilen so gering sind, daß bei Verhütung nachträglicher Infektion eine glatte Wundheilung mit auffallend geringfügiger Beweglichkeitsstörung erfolgt. Immerhin sind diese günstigen Heilungsausgänge von Ellbogengelenkschüssen verhältnismäßig seltene Beobachtungen. Es bleibt dabei eine auffällige Tatsache, daß sie zu Beginn des Krieges häufiger vorkamen, während in den späteren Kriegsjahren fast alle Gelenkschüsse unter den Gefahren der Infektion mehr oder weniger zu leiden hatten. Die Mehrzahl der Ellbogengelenkschüsse, auch die nichtresezierten, heilte mit Versteifung des betreffenden Ellbogengelenkes aus. Dieser Ausgang der Schußverletzung mußte im allgemeinen als günstig angesehen werden, namentlich, wenn die Versteifung in nahezu rechtwinkliger Stellung des Ellbogens erfolgt war und Nebenverletzungen, wie Gefäß- und Nervenverletzungen mit ihren Folgeerscheinungen, fehlten.

Als ungünstigster Ausgang der Ellbogengelenkschüsse muß die Heilung unter Bildung eines sog. Schlottergelenkes bezeichnet werden. Sie kam namentlich nach stärkerer Zerstrümmerung der Gelenkteile, die eine ausgiebige Resektion erforderte, oder bei unmittelbaren Defektschüssen der Gelenkteile zustande. In den meisten

Fällen war die Entstehung der Schlottergelenke mit Nervenlähmungen verbunden, durch die der Arm trotz Schienenapparate oft zu völliger Unbrauchbarkeit verurteilt wurde. In solchen schweren Fällen von Schlottergelenksbildung, bei denen zugleich irreparable Nervenlähmungen namentlich im Gebiete des Medianus oder Radialis bestehen, kommt unter Umständen die Amputation in Frage, da die auf diese Weise Verstümmelten den gelähmten Vorderarm und die zu jeder Leistung unfähige, meist verkrüppelte Hand als einen überflüssigen und sie in ihrer Bewegungsfreiheit hindernden Ballast empfinden. Ich selbst habe noch nachträglich einem Postboten auf seinen Wunsch den durch einen Defektschuß des Ellbogengelenkes völlig gelähmten rechten Arm amputiert. Er war nunmehr in der Lage, seinen Dienst als Postbote und Depeschenträger, wenn nötig unter Benutzung des Fahrrades, wieder ungehindert auszuüben, und zwar ohne Kunstarm, den er nur Sonntags oder außerhalb seines Dienstes anzulegen pflegte. Am liebsten aber war es ihm, wenn er ihn nicht zu tragen brauchte.

Eine besondere Form der Ellbogenschüsse verdient noch erwähnt zu werden, die mit einem Abbruch der Epiphyse beider Vorderarmknochen einhergeht, ohne daß das eigentliche Ellbogengelenk selbst dabei eröffnet ist. Es ist gewissermaßen das Analogon zur suprakondylären Fraktur des Humerus, die wir auch ohne Schußverletzung aus der Friedenspraxis kennen. Anstatt daß der Knochen dicht oberhalb des Gelenkes gebrochen ist, sind die Knochenteile dicht unterhalb des Gelenkes abgebrochen: ein Mechanismus, der durch eine Friedensverletzung kaum zustande kommt; nur durch die direkte Einwirkung einer Schußverletzung kommt dieser extrakapsuläre Abbruch beider Gelenkenden der Vorderarmknochen unterhalb des Ellbogengelenkes zustande. Es handelt sich demnach um einen „subartikulären“ Schußbruch beider Vorderarmknochen, wodurch diese Verletzung am zweckmäßigsten bezeichnet wird. Sie ist natürlich nur eine äußerst seltene Form der Schußverletzung und ohne Röntgenbild mit Sicherheit kaum festzustellen. Ihre Prognose hängt von der gleichzeitigen Mitverletzung und Zerstörung der benachbarten Weichteile ab.

Sehr ähnlich in der Form und Wirkung ist der subartikuläre Schußbruch der Ulnaepiphyse allein, wenn dabei zugleich eine Luxation des Radiusköpfchens im Ellbogengelenk zustande gekommen ist. Das abgebrochene Epiphysenstück der Ulna mit dem unversehrten Olekranon ist dabei im Zusammenhange mit der Trochlea des Humerus geblieben, während das Radiusköpfchen im Zusammenhange mit seinem Schaft aus seiner Gelenkverbindung nach vorn und seitlich luxiert ist und das abgebrochene Schaftstück der Ulna nach sich gezogen hat. Ich habe eine solche komplizierte Schußverletzung der Ellbogenepiphyse beobachtet, die mit starkem intraartikulären und extrakapsulären Bluterguß einherging. Sie bereitete einer sachgemäßen dauernden Reposition äußerste Schwierigkeiten. Erst im Gipsverbande gelang es unter gleichzeitiger Anwendung von Extension den Gelenkteilen eine annähernd richtige Lage wiederzugeben, doch blieb auch in diesem Falle eine erhebliche Versteifung im Ellbogengelenk zurück.

#### b) Diaphysenschüsse.

Die Diaphysenschüsse des Vorderarmes bieten eine solche Mannigfaltigkeit in der Art ihrer Entstehung, wie namentlich in ihrer Form, daß es fast schwer fallen dürfte, einzelne wiederkehrende Typen aus der Fülle der Einzelheiten hervorzuheben und zur Anschauung zu bringen. Während bei den Epiphysenschüssen die Art der Geschosse und ihrer Einwirkung auf die Form, den Verlauf und den Ausgang der Verletzung weniger ausschlaggebend war, als daß dadurch besondere Unterschiede in auffälliger Weise zutage getreten wären, war bei den Diaphysenschüssen das Gegenteil der Fall. Hier spielte die Form des Geschosses, seine Geschwindigkeit, sein Auffallswinkel eine unverkennbare Rolle bei der Einwirkung auf die ge-



troffenen Knochenteile. Ein Infanteriespitzgeschosß rief im allgemeinen ganz andere Zerstörungen und Folgeerscheinungen in dem verletzten Knochengewebe hervor als ein abgesprengter Granatsplitter oder eine auffallende Schrapnellkugel. Und wiederum: Ein matter Durchschuß aus weiter Entfernung, der den Knochen nur schwach gestreift hatte, hinterließ oft auch im Röntgenbilde kaum sichtbare Zeichen einer Randsplitterung oder Auffaserung, und erst die nachfolgende Knochenverdickung infolge einsetzender Kallusbildung wies nachträglich auf die stattgehabte Knochenverletzung hin. Im Gegensatz dazu führte ein unter starker Rasanz auf eine scharfe Knochenkante auftreffendes Spitzgeschosß, das infolge seines harten Aufschlages zum Querschläger geworden war, eine solche Zersplitterung des ganzen Knochenteiles mit ausgedehnter Weichteilzerreißung herbei, daß auch in solchen Fällen die leider oft zu berechnigte Annahme entstand, es handele sich um die Sprengwirkung eines Dumdumgeschosses, wie sie seitens unserer Feinde vielfach zur Anwendung gelangten. Es fehlten dabei nur die in die Gewebe eingestreuten Geschosßsplitterteile, welche die Wirkung des Dumdumgeschosses zu charakterisieren pflegten.

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um die ungeheure Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit der Geschosßeinwirkungen bei den Diaphysenschüssen kurz zu veranschaulichen. Diese Mannigfaltigkeit wird aber noch dadurch vermehrt, daß je nach der Stellung und Haltung des Vorderarmes und der Schußrichtung nur einer der beiden Diaphysenknöchen getroffen oder beide zugleich verletzt sein können.

Die Prognose und der Verlauf der Diaphysenschüsse gestaltet sich entsprechend ihrer Mannigfaltigkeit ebenfalls sehr verschieden. Jedenfalls besteht ein großer Unterschied, ob nur ein Knochen verletzt ist, oder ob der Schußbruch sich auf beide Diaphysen des Vorderarmes erstreckt. Ist einer der beiden Knochen unversehrt geblieben, so gibt er immer noch genügend Stütze für die Weichteile, um eine augenfällige Difformität des Gliedes zu verhüten. Er bildet eine Schiene für den verletzten, in seiner Kontinuität unterbrochenen Knochen.

Sind hingegen beide Knochen in ihrer Kontinuität getrennt, so verlieren die Weichteile den nötigen Halt. Durch unzweckmäßigen Muskelzug können Verschiebungen der Bruchstücke zustande kommen, durch welche die natürliche Form des Vorderarmes vollständig verändert wird und schwerste Schädigungen der Gebrauchsfähigkeit auch der Hand und Finger als Folgen zurückbleiben. Am stärksten pflegt sich die Verschiebung der Fragmente bemerkbar zu machen, wenn der Schußbruch beide Knochen in annähernd gleicher Höhe betroffen hat. Liegen dagegen die Bruchstellen beider Knochen hinsichtlich ihrer Höhenlage verhältnismäßig weit auseinander, so ist die Neigung zur Verschiebung der entstandenen Bruchstücke im allgemeinen weit geringer. Am ungünstigsten in dieser Beziehung sind diejenigen Schußbrüche beider Vorderarmknöchen, bei denen infolge der Art der Geschosßeinwirkung mehrfache Bruchstücke der beiden Knochen entstehen, sei es, daß es zu einer stärkeren Splitterung der getroffenen Knochenteile gekommen ist, oder daß sog. Stückbrüche mit stärkerer Verschiebung der einzelnen Knochenteile entstanden sind.

Wenn wir uns nun einigen wiederkehrenden Einzelarten bei den Schußbrüchen des Vorderarmes zuwenden, so verdienen in erster Linie die sog. „Lochsüsse“ der Diaphysenknöchen hervorgehoben zu werden, die vor allem bei der Röntgenaufnahme ein ganz charakteristisches Bild bieten. Der Diaphysenknöchen ist an irgendeiner Stelle von dem auftreffenden Geschosse, meist Infanteriespitzgeschosß oder ähnlich geformtem Granatsplitter, in genau querer Richtung zu seiner Längsachse durchschlagen. An der Stelle, wo das Geschosß den Knochen durchbohrt hat, ist eine Lücke oder ein Loch entstanden, um das sich nun mehr oder weniger zahlreiche Knochensplitter meist kleineren Umfanges gruppieren und häufig dabei eine sternförmige oder auch spindelförmige Figur bilden. Dabei ist kaum

eine nennenswerte Verschiebung der beiden eigentlichen Diaphysenfragmente eingetreten; sie stehen, abgesehen von der sie trennenden Lücke, die noch dazu meist durch verbindende Knochensplitter ausgefüllt ist, fast genau in derselben Richtung zueinander, in der sie vorher gestanden haben, ehe die Kontinuität des Knochens durch den Schußbruch unterbrochen wurde. Der Knochen ist wie durch einen Keil an umschriebener Stelle auseinandergesprengt. Die Splitter aber bleiben infolge der umhüllenden Knochenhaut und der sie umgebenden Weichteile in einem, wenn auch losem Zusammenhange mit den beiden Hauptfragmenten. Der aus den Gefäßen der Markhöhle nachsickernde Bluterguß tut das übrige, um Knochensplitter und Fragmentenden miteinander zu verfilzen oder zu verkitten. Es sind jedenfalls die günstigsten Vorbedingungen für eine schnell einsetzende Kallusbildung

gegeben. Die aus der Markhöhle ausgetretenen Osteoblasten sowie die Periostzellen finden den günstigsten Nährboden für eine ausgiebige Entwicklung. Wenn nicht unzumutbare äußere Störungen einwirken, pflegt sich die unterbrochene Kontinuität der durchschossenen Diaphyse infolge der ungehemmten Kallusbildung sehr bald wiederherzustellen. Es geben diese Lochschüsse der Diaphyse, wenn sie nicht durch Infektion kompliziert werden, im allgemeinen einen äußerst günstigen Heilungsverlauf.

Leider ist dieser günstige Ausgang bei dem einfachen Durchschuß einer Diaphyse nicht immer die Regel gewesen. Ungünstige äußere Verhältnisse, unzumutbarer Verband, mangelhafte Schienung, späte ärztliche Versorgung begünstigten oft das Eindringen oder die Weiterverbreitung von Infektionskeimen in den Schußkanal. Aber auch bei einwandfreier, rechtzeitiger Wundversorgung war es häufig nicht möglich, eine Wundinfektion zu verhüten, wenn durch die Schußwirkung von vornherein keimtragende Fremdkörper, Tuchfetzen u. dgl., in den Schußkanal mitgerissen und hineingepreßt wurden. Es kam dann meist bald zu Entzündungserscheinungen, die je nach der Schwere der Infektion an Ausdehnung schnell zunahmten und die Freilegung des Schußbruches und die Ausräumung der Knochensplitter, soweit möglich, erforderten. Oder anderenfalls, wenn die infizierte Wunde sich selbst überlassen wurde, kam es zur Ausbildung einer Knochenfistel, entsprechend dem Schußkanal, aus dem sich allmählich die infolge der Infektion nekrotisch gewordenen Knochensplitter oft unter lang dauernder Eiterung ausstießen.

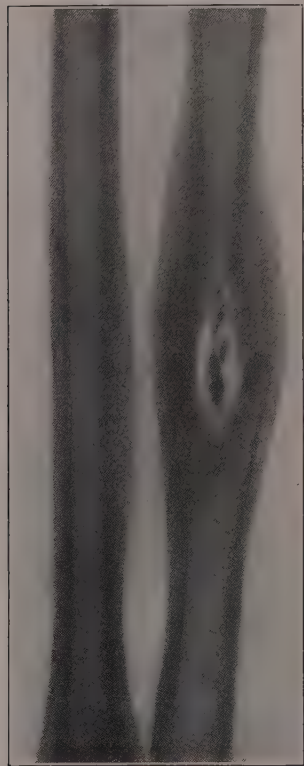


Abb. 63.

Konsolidierter Lochschuß  
eines Vorderarmknochens  
mit Knochenfistel infolge  
Sequesterbildung.

Die weiteren Folgen der einmal hinzugetretenen Infektion für die Knochenheilung waren nun oft sehr verschieden. Bei günstigem Verlauf der Infektion kam es schließlich nach Ausstoßung oder Entfernung der nekrotisch gewordenen Knochensplitter doch noch zu ausreichender Kallusbildung zwischen den getrennten Knochenenden, die trotz der Eiterung zu fester Konsolidation des durchschossenen Diaphysenknochens wieder führte. Geeignete Schienung und Ruhigstellung des getroffenen Armes aber waren im allgemeinen Vorbedingung, wenn ein solch günstiger Ausgang eines infizierten Schußbruches eines Vorderarmknochens nachträglich noch erzielt wurde. Er läßt darauf schließen, daß vor allen das mitverletzte Periost unter günstigen Ernährungsbedingungen gestanden hatte, um der eingetretenen Infektion Widerstand zu leisten und im Verein mit wuchernden Osteoblasten der Markhöhle eine konsolidierende Kallusbrücke zwischen den Knochenenden wieder zu bilden.



Häufig genug aber wurde durch die hinzugetretene Infektion und Eiterung eine ausreichende Kallusbildung vereitelt. Es wurden nicht nur die durch den Schuß aus dem Zusammenhange gelösten Knochensplitter zum größten Teile ausgestoßen, sondern es kam auch zu osteomyelitischen Prozessen an den Bruchenden, die zu Knochennekrose und Sequesterbildung führten. Die durch den Schußbruch entstandene Knochenlücke wurde infolgedessen noch vergrößert und erweitert. Die spärliche Kallusbildung blieb auf die Bruchenden beschränkt und entwickelte sich nun häufig in anderer Richtung gegen die nichtgebrochene Nachbardiaphyse, besonders wenn auch die zwischen beiden Knochen liegenden Weichteile infolge der Infektion und Entzündung in stärkerem Maße zerstört waren und eine narbige Schrumpfung des Gewebes Platz gegriffen hatte. Die frei stehenden Bruchenden des durchschossenen Knochenschaftes legten sich dann infolge des Narbenzuges an den Knochenschaft der unverletzten Diaphyse mehr und mehr an und verlöteten sich mit ihr durch narbiges Bindegewebe oder auch neugebildetes Kallusgewebe. An der Stelle des Schußbruches bildete sich eine narbige Einziehung, welche bis an die gegenüberliegende Nachbardiaphyse heranreichte, und von den beiden mit dem Nachbar-knochen verwachsenen Bruchenden begrenzt wurde.

Diese narbige Verwachsung beider Bruchenden mit der Nachbardiaphyse nach infiziertem Schußbruch eines Vorderarmknochens hatte meist eine sehr charakteristische Funktionsstörung im Gefolge. Es trat fast jedesmal eine schwere Behinderung der Drehbewegungen des Vorderarmes, der Pronation und Supination, ein. Besonders die Supination war meist in erheblichem Grade erschwert, so daß das sichere Halten und Tragen von Gegenständen auf der flachen Hand in ausgeprägten Fällen fast unmöglich gemacht wurde. Für einzelne Berufe, wie Kellner, Künstler usw., bedeutete diese Störung unter Umständen die Notwendigkeit eines Berufswechsels.

Aus diesen Gründen kann es nicht wundernehmen, daß man in solchen Fällen nach Verheilung und Vernarbung des Schußbruches sehr bald den Versuch gemacht hat, die entstandene Funktionsstörung auf operativem Wege wieder zu beheben. Man hat das die Knochenenden fixierende Narbengewebe exzidiert, die Bruchenden mobilisiert und die Bruchflächen angefrischt und zur Ausfüllung der entstandenen Knochenlücke ein frisch entnommenes Knochenstück, sei es aus der Tibia oder aus einer Rippe des betreffenden Individuums, dazwischen verpflanzt. Bei günstiger Einheilung des Knochenspanns wurde die Kontinuität der durchschossenen Vorderarmdiaphyse wiederhergestellt, und auch der Funktionsausfall in der Drehung der Vorderarmknochen gegeneinander in der Mehrzahl der Fälle wieder ausgeglichen. Auf die Einzelheiten dieser Methode der freien Knochentransplantation im Bereiche des Vorderarmes werden wir noch bei Besprechung der Knochen-defektschüsse des Vorderarmes näher einzugehen haben.

Ein verhältnismäßig seltener Ausgang dieser Knochendurchschüsse einer Vorderarmdiaphyse war die Bildung einer regelrechten Pseudarthrose. Mit anderen Worten heißt das: Die nach Abklingen der Infektion und Eliminierung der Knochensplitter entstandene Knochenlücke wurde durch mehr oder weniger festes Bindegewebe ausgefüllt, das die auseinandergewichenen Bruchenden ohne wesentliche Änderung oder Verschiebung ihrer normalen Verlaufsrichtung wieder einander näherte, ohne daß es zu einer festen knöchernen Vereinigung kam. Dieser Folgezustand pflegte nur dann einzutreten, wenn infolge zweckentsprechender Schienung und Lagerung des Armes nach erfolgter Infektion einer Verwachsung der Bruchenden mit der Nachbardiaphyse genügend vorgebeugt war. Das Zustandekommen einer Pseudarthrose muß in solchen Fällen als ein verhältnismäßig günstiger Ausgang bezeichnet werden. Denn die Gebrauchsfähigkeit des Vorderarmes und der Hand pflegt dadurch verhältnismäßig wenig beeinträchtigt zu werden, sofern nicht irgendwelche Narbenverwachsungen hindernd einwirken und die Diastase der Knochenenden ein gewisses



Maß überschreitet, das sich bereits als einen regelrechten Knochendefekt darstellt. Aus diesem Grunde sind auch operative Eingriffe in solchen Fällen reiner Pseudarthrosenbildung eines Vorderarmknochens nur selten angebracht, wohl meist auch abgelehnt worden. In geeigneten Fällen kommt der Versuch der Knochennaht, anderenfalls die freie Knochenüberpflanzung in Betracht.

Wir können diesen Abschnitt von den einfachen Durchschüssen oder Lochschüssen einer Vorderarmdiaphyse indes nicht zum Abschluß bringen, ohne eines Folgezustandes zu gedenken, der sich mitunter nach anscheinend glatter Heilung und Konsolidierung des Schußbruches noch nachträglich einzustellen pflegt: das ist die zentrale Spätnekrose im neugebildeten Knochenkallus. Sie kommt namentlich dann zustande, wenn trotz stattgehabter Infektion von Anfang an eine

reichliche Kallusbildung von seiten der erhaltenen Periostteile eingesetzt hatte, durch die auch die um das Loch oder die Lücke gruppierten Knochensplitter in die neugebildete Kallusmasse zum größten Teile mit aufgenommen wurden. Nur die zentral gelegenen Knochensplitter, die dem ursprünglichen Schußkanal am nächsten lagen und infolgedessen von der periostalen Ernährung abgeschnitten waren, verfielen unter dem Einfluß der vom Schußkanal ausgehenden Infektion der Nekrose. Die durch die Eiterung zusammenschmelzenden Sequester werden durch die sich ausdehnende Kalluswucherung nach der Mitte der dem Schußkanal entsprechenden Knochenlücke hingedrängt. Sie heben sich im Röntgenbilde deutlich von den sie umgebenden Kallusmassen ab, durch welche die Bruchenden der durchschossenen Diaphyse bereits fest wieder miteinander verbunden sind. Wenn die äußeren Schußöffnungen des Durchschusses inzwischen bereits vernarbt sind, so bildet sich für gewöhnlich längs des ehemaligen Schußkanals eine Abszeßhöhle. Der Eiter sucht sich allmählich einen Ausweg und führt zur chronischen Fistelbildung, die noch durch die im Zentrum des Knochenschußkanals steckenden Sequester unterhalten wird. Erst nach Ausstoßung oder operativer Entfernung der zurückgebliebenen Sequester und Knochensplitter kommt die Knochenfistel zur Heilung und die sie begleitende Eiterabsonderung zum Stillstand. Die operative Entfernung der Sequester ist in diesen Fällen meist einfach. Entsprechend der Fistel wird die Schußnarbe bis auf den Knochen wieder gespalten und nun ohne Mühe die meist winzigen Sequester mit anatomischer Pinzette aus dem Schußkanal im Knochen entfernt.



Abb. 64. Typischer Splitterbruch nach Schrapnellschuß eines Vorderarmknochens. (Beginnende Kallusbildung.)

Bei zu enger Öffnung im Knochen genügt eine Erweiterung durch ein paar Meißelschläge oder die Luersche Hohlmeißelzange, um mit scharfem Löffel alle eingeschlossenen Knochenreste und Granulationen ohne Schwierigkeit entfernen zu können. Danach erfolgt für gewöhnlich rasche und prompte Heilung der Knochenfistel. Von dem ursprünglichen Lochschuß bleibt nur eine Kallusverdickung an der in ihrer Kontinuität wieder völlig hergestellten Diaphyse zurück.

Gegenüber den einfachen Durchschüssen oder Lochschüssen der Diaphysen des Vorderarmes bieten die Splitterbrüche eine noch größere Mannigfaltigkeit ihrer Form, so daß sich bestimmte Typen kaum hervorheben lassen. Sie bilden die Mehrzahl der Diaphysenschüsse am Vorderarm. Am häufigsten entstehen sie durch Granatsplitterverletzungen, aber auch durch Infanteriegeschosse, besonders Maschinengewehr-

geschosse, wenn der Knochen nicht in annähernd senkrechter Richtung zu seiner Längsachse, sondern mehr in der Längsrichtung oder in schräger Richtung zu seiner Längsachse durchschlagen wird. Schrapnellkugeln pflegen beim direkten Auftreffen auf den Knochen auch zum Splitterbruch zu führen, und zwar wird dabei häufig die Wirkung der Schrapnellkugel so stark abgeschwächt, daß es zur Entstehung eines Steckschusses kommt.

Die Stärke der Splitterung ist dabei sehr verschieden und hängt von der Art des Aufschlages auf den Knochen sowie von der Geschwindigkeit und Rasanzen des Geschosses im Augenblicke des Auftreffens ab. „Matte Kugeln“ rufen unter Umständen nur einen einfachen Schrägbruch des Knochens hervor, bei dem die Splitterung nur gering ist. Auch ein Knickbruch nach Art der Infraktion ohne wesentliche Unterbrechung der Kontinuität des Knochens kann zustande kommen, wenn der Knochen durch das Geschoß nur mehr oder weniger gestreift und zur Seite gedrängt wird. Die Splitterung pflegt auch hierbei meist gering zu sein.

Demgegenüber aber finden wir namentlich bei Nahschüssen und Sprengschüssen unter Umständen ganz gewaltige Zersplitterungen des Diaphysenknochens, so daß der ganze Knochen in zahllose Splitter der verschiedensten Größe aufgelöst erscheint. Wenn dabei mehrere größere Splitter durch die Austrittsöffnung des Geschosses infolge der mitgeteilten Bewegungseinwirkung mit herausgerissen sind, so kann daraus ein vollkommener Defekt im Knochen entstehen. Diese ausgedehnten Splitterschüsse bilden dann den Übergang zu den eigentlichen Knochendefektschüssen.

Indes noch auf andere Weise können die ausgedehnten Splitterschüsse in ihrer Folge zu Knochendefektschüssen werden. Sie kommen unter dem Einflusse hinzutretender Infektion und nachfolgender Eiterung zustande. Die aus dem Zusammenhang gelösten Splitter verfallen einer raschen Nekrose und werden namentlich bei großer Ausschußöffnung ausgestoßen. Es handelt sich in solchen Fällen um sekundäre Knochendefektschüsse, die erst als Folge der Infektion in Erscheinung treten, im Gegensatz zu den vorher geschilderten primär auftretenden Knochendefekten nach ausgedehntem Splitterschuß.

Allein trotz ausgedehnter Splitterung braucht es keineswegs immer zum Knochendefekt bei diesen Diaphysensplitterschüssen zu kommen. Die große Mehrzahl nimmt trotz oft enormer Splitterung einen günstigen Ausgang, wenigstens soweit die nachträgliche Konsolidation und schließliche Wiederherstellung der Kontinuität des Knochens in Betracht kommt. Gerade bei den Splitterschüssen ist die regenerierende Kallusbildung oft so mächtig entwickelt, daß alle Lücken und Defekte, die durch die Zersplitterung der starren Knochenteile entstanden sind, vollständig von neuem Kallusgewebe ausgefüllt und überbrückt werden, auch wenn die einzelnen Knochensplitter stellenweise in die abweichendste Lage und Stellung zur eigentlichen Knochenachse infolge der Gewalt der Schußeinwirkung geraten sind. Auch die hinzutretende



Abb. 65. Schußbruch eines Vorderarmknochens mit typischer Ausfüllung des Schußkanals durch mitgerissene Knochensplitter.



Infektion und nachträgliche Ausstoßung einzelner Splitter oder Splitterteile, die unter der Eiterung nekrotisch geworden sind, vermag an diesem an und für sich günstigen Endergebnis nichts zu ändern.

Der meist günstige Ausgang auch der ausgedehntesten Splitterbrüche der Vorderarmdiaphyse ist jedoch — das muß auch hier wieder ausdrücklich betont werden — durch die völlige Unversehrtheit der Nachbardiaphyse bedingt, welche trotz der an und für sich ungünstigen und zerstörenden Schußwirkung dem schußverletzten Vorderarm die Form und Richtung erhält. Bei gleichzeitiger Verletzung beider Vorderarmknochen sind die Aussichten auf Wiederherstellung nicht nur der Form, sondern auch der Funktion, wie wir noch später sehen werden, beim Schußsplitterbruch sehr viel ungünstiger. Aber auch der Schußsplitterbruch der einzelnen Diaphyse erfordert ein sachgemäßes ärztliches Vorgehen, wenn eine Heilung ohne wesentliche Nachteile erzielt werden soll. Sie hängt in erster Linie wieder von einer richtig ausgeführten Schienung des verletzten Armes ab, die darauf bedacht ist, beide Vorderarmknochen von vornherein in die notwendige Supinationsstellung zueinander zu bringen. Sodann spielt eine bald einsetzende sachkundige Wundversorgung dabei eine Hauptrolle, um einem weiteren Umsichgreifen der Infektion bei diesen Splitterbrüchen nach Möglichkeit vorzubeugen. Denn die losgelösten Knochensplitter verfallen unter dem Einfluß der bakteriellen Entzündung und Eiterung um so eher der Knochennekrose und Sequestration, je weniger und desto ungenügender der freie Abfluß der Wundsekrete in dem Verletzungsgebiete erfolgen kann. Es handelt sich bei diesen Splitterbrüchen vor allem also um eine möglichst frühzeitige Anlegung einer geeigneten und ausgiebigen Drainage des Wundgebietes, bei gleichzeitiger vollkommener Schienung und Ruhigstellung des verletzten Gliedes.

Aber auch, eine sachgemäße Behandlung vorausgesetzt, werden bei diesen Schußsplitterbrüchen einer Vorderarmdiaphyse nach erfolgter Konsolidation mehr oder weniger erhebliche Funktionsstörungen beobachtet, die auch trotz lange Zeit fortgesetzter Nachbehandlung in der Mehrzahl der Fälle nicht wieder völlig ausgeglichen werden. Es kann nicht wundernehmen, daß infolge der Knochensplitterung auch die umliegenden Weichteile oft in beträchtlichem Maße in Mitleidenschaft gezogen sind. Es kommt zu Verwachsungen, Schwielenbildungen in den Muskeln mit nachfolgender schwerer Atrophie, zu abnormen Sehnenfixationen, zu Knochenauswüchsen und -verdickungen — ganz abgesehen von den gelegentlichen Mitverletzungen der Nerven und Gefäße — die zu bleibenden Störungen der Gebrauchsfähigkeit des betroffenen Vorderarmes führen können. Daher ist die Prognose des Splitterbruches bei Vorderarmschuß stets als zweifelhaft hinzustellen. Die Prognose wird um so schlechter, je mehr der Splitterbruch durch Entzündung und Eiterung kompliziert wird, besonders wenn infolge Abstoßung größerer Knochensplitter das Symptomenbild des Knochendefektes sich entwickelt, das dem des primären Knochendefektschusses sehr ähnlich sich gestaltet.

Die Entstehung des Knochendefektschusses aus dem Schußsplitterbruch eines Vorderarmknochens ist bereits im vorhergehenden erörtert worden. Der entstandene Knochendefekt ruft um so größere Störungen hervor, einerseits je größer er ist, andererseits je näher er den Gelenkenden der Diaphyse sitzt. Besonders die Drehbewegungen des Vorderarmes pflegen darunter in hohem Grade zu leiden, aber auch die Exaktheit der Hand- und Fingerbewegungen ist dabei fast immer beeinträchtigt. Die Beseitigung dieser Knochendefekte ist daher sehr bald von den in der Heimat zurückgebliebenen Chirurgen in Angriff genommen worden.

Gerade bei den Knochendefektschüssen des Vorderarmes kamen die modernen Errungenschaften der freien Knochentransplantation und Knochenplastik in vollem Maße zur Geltung. Über besonders schöne Erfolge dieser osteoplastischen Operationen bei Pseudarthrose und größeren Knochendefekten am Vorderarm hat



als einer der ersten ENGELBERT CRONE aus der Freiburger Klinik in einem besonderen Aufsätze (M. Med. W. 1916, Feldärztl. Beil. Nr. 34) berichtet. Andere Arbeiten über gleich günstige Erfahrungen auf diesem Gebiete sind später gefolgt. Es ist hier nicht der Platz, um auf alle Einzelheiten und Ergebnisse, die von den verschiedenen Autoren dabei erzielt worden sind, in extenso einzugehen. Sie sind z. T. in anderen Abschnitten dieses Handbuches zur Besprechung gelangt. Hervorgehoben aber sei auch hier, daß für den Erfolg vor allem die völlige Keimfreiheit des Operationsgebietes in erster Linie in Frage kommt. Die absolute Ausheilung der Weichteilwunden und der folgenden Knochenfisteln, sowie die Abstoßung aller Sequester muß erst abgewartet werden, bevor man an eine solche Knochenplastik herangehen kann. Auch die latente Infektion muß überwunden sein, wenn nicht alle angewandte Mühe und Kunst, die eine freie Knochentransplantation gerade bei Knochendefekten nach komplizierten Schußbrüchen erfordert, schließlich doch einen Mißerfolg zeitigen soll. Sehr wichtig erschien es aus diesem Grunde, daß auch nach Ablauf des Heilungsprozesses der verletzte Vorderarm zunächst erst für mehrere Wochen mit Massage, Heißluft und medikomechanischen Übungen nachbehandelt wurde, um die Muskelkraft und die Funktion der einzelnen Gelenke trotz des bestehenden Knochendefektes nach Möglichkeit wiederherzustellen. Auf diese Weise wurden zugleich die ganzen Ernährungsverhältnisse der verschiedenen Gewebsschichten des verletzten Gliedes in erheblichem Maße gebessert, so daß nunmehr die Aussichten auf eine glatte Einheilung eines frei transplantierten Knochenstückes zur Deckung und Überbrückung eines Defektes denkbar günstig wurden. Die Unterlassung dieser medikomechanischen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktion und Erzielung günstiger Ernährungsbedingungen vor Ausführung des osteoplastischen Eingriffes hat manche wohldurchdachte und kunstvoll ausgeführte Knochenplastik zum Scheitern gebracht. Die Wichtigkeit der Vorbereitungstechnik bei den freien Knochentransplantationen hat sich gerade während dieses Krieges an den Knochendefektschüssen zur Evidenz erwiesen.

Hinsichtlich der Technik der Knochentransplantationen am Vorderarm weist CRONE mit Recht darauf hin, daß die Anwendung von Drahtnähten dabei möglichst zu vermeiden sei. „Ein nicht versenkter Draht bringt stets eine Fistel mit sich, die häufig eine Sekundärinfektion zur Folge hat“, was wir nach unseren eigenen Erfahrungen bestätigen können. Er keilt die aus der Tibia herausgemeißelten Knochenleisten zwischen die angefrischten Knochenenden unter möglichster Spannung ein und vernäht das überschießende Periost. Auf diese Weise wurden Knochendefekte bis zu 12 cm mit bestem Erfolge durch freie Knochentransplantation wieder ersetzt.

Wir haben uns mit ebenso gutem Erfolge eines etwas anderen Verfahrens der Knocheneinpflanzung bedient. Die bloße Einkeilung des Transplantats zwischen die Knochenenden und Vernähung des Periosts und der Weichteile schien uns zu wenig Sicherheit gegen eine etwa nachträgliche Verschiebung des eingepflanzten Knochenstückes zu bieten. Wir haben in solchen Fällen regelmäßig die Knochenenden nach Anfrischung durch einen Meißelschlag etwas gespalten und nun die vorher etwas keilförmig angespitzten Enden des einzupflanzenden Knochenstückes in diesen Spalt hineingezwängt, so daß nunmehr eine feste unverrückbare Verbindung zwischen den Enden des Transplantats und den aufnehmenden Knochenenden bestand. Die Ergebnisse waren durchweg günstig. Ich entsinne mich eines Offiziers, bei dem wir eine solche Knochentransplantation an einem Vorderarmknochen, und zwar in der Nähe des Handgelenkes, ausgeführt hatten, die so günstig ausfiel, daß er sich keinen Augenblick besann, wieder an die Front zu gehen und in vorderster Linie an erneuten Offensivkämpfen als Kompagnieführer teilzunehmen.

An Stelle des Tibiaspans sind von anderer Seite vor allen auch Fibula und Rippen zur freien Knochentransplantation empfohlen worden. Für die Deckung größerer Defekte eines Vorderarmknochens würde unter Umständen die Fibula sehr

geeignet erscheinen. Ob sie mit Erfolg für diesen Zweck verwendet worden ist, darüber sind mir jedoch genauere Mitteilungen nicht zugänglich geworden.

Zusammenfassend kann jedoch im Hinblick auf die günstigen Ergebnisse der freien Knochenplastik gesagt werden, daß die Prognose der isolierten Diaphysenschüsse des Vorderarmes im allgemeinen als günstig zu bezeichnen ist, im Gegensatz zu den Vorderarmschüssen, bei denen beide Diaphysenknochen gleichzeitig verletzt sind.

Der Schußbruch beider Diaphysenknochen des Vorderarmes ist auch während dieses Krieges bei weitem seltener vorgekommen als der isolierte Schußbruch eines Vorderarmknochens; und glücklicherweise: darf man hinzufügen.

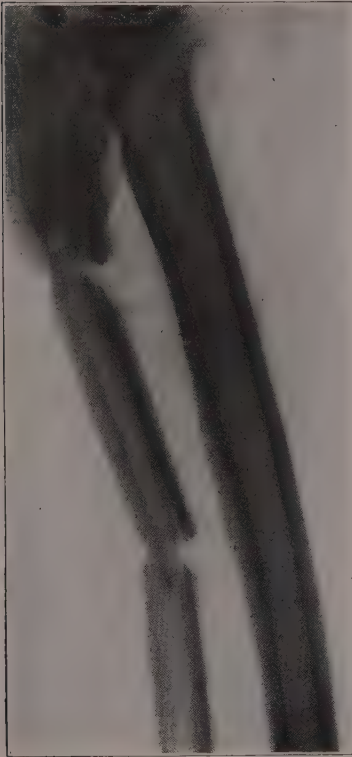


Abb. 66. 7 cm langer Knochen-  
defekt der Ulna durch freie  
Knochen transplantation  
überbrückt.

Denn die Zerschmetterung beider Diaphysen des Vorderarmes mit komplizierender Weichteilwunde erheischte fast regelmäßig die Absetzung des Gliedes, und war also fast immer gleichbedeutend mit dem Verlust einer Hand. Die Prognose hing im wesentlichen von dem Grade und Umfange der Knochenzertrümmerung und Splitterung ab, zugleich aber auch von dem Umfange und der Beschaffenheit der Weichteilwunden. Beide Faktoren, Knochenzertrümmerung und Weichteilwunde, standen aber für gewöhnlich auch wieder in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis. Denn wurden durch ein auftreffendes Geschöß beide Vorderarmknochen gleichzeitig durchschlagen, so wurden nicht nur durch das austretende Geschöß, sondern auch durch die mitgerissenen Knochensplitter die Weichteile oft in solchem Umfange zerrissen und zerstört, daß die Ernährung der distalen Teile des Vorderarmes und der Hand für gewöhnlich auf das schwerste gefährdet war, infolge gleichzeitiger Mitverletzung von Blutgefäßen und Nerven. Oft stellte die Stelle des Schußbruches nur noch einen von Knochentrümmern und Blutkoagulis angefüllten Hautschlauch dar, an dem die blau angelaufene, kalt und gefühllos gewordene Hand schlaff herunterhing. Es bedurfte nur eines kräftigen Messerschnittes durch die Haut und die noch erhaltenen Weichteilstränge, um die schon durch die Geschößeinwirkung vorbereitete Amputation zu vollenden.

Allein nicht alle Schußbrüche beider Vorderarmknochen waren von vornherein zu diesem Schicksal verurteilt. Die konservativen Methoden unserer

modernen Kriegschirurgie haben auch hier manches verlorene geglaubte Glied, wenn auch unter manchen Mühen und Schwierigkeiten, zu erhalten vermocht, sofern nur die Blutzirkulation in dem verletzten Gliede erhalten und gesichert war. Der Erfolg hing auch in diesen Fällen, abgesehen von einer frühzeitigen und zielbewußten Wundversorgung, von einer zweckentsprechenden Lagerung und Schienung des Gliedes möglichst bald nach Eintritt der Verletzung ab. Vor allen spielte dabei eine richtige Reposition der Knochenteile nach erfolgter Wundtoilette eine wesentliche Rolle, wenn möglich, unter Anbringung einer geeigneten Extension, um unter gleichzeitiger Sicherung des Abflusses der Wundsekrete die Bruchstücke dauernd in richtiger Lage zueinander zu erhalten. Besonders hervorzuheben sind dabei die portativen Extensionsverbände, welche sich aus einfachsten Mitteln, besonders den mit Recht so beliebten Kramer-Schienen, herstellen lassen, indem zugleich die Federkraft des Drahtes dabei



durch geeignete Anbringung der Heftpflasterzüge zur Extension ausgenutzt wurde. Aber auch mit Gipsschienenverbänden, die im Felde leider viel zu wenig zur Anwendung gekommen sind, ließ sich in vorzüglicher Weise eine hinreichende Extensionswirkung bei diesen komplizierten Vorderarmschußbrüchen in vielen Fällen erreichen. Sie hatten den Schienenverbänden gegenüber entschieden den Vorzug der vollkommeneren Ruhigstellung, da sie sich den Formen des verletzten Gliedes in jeder beliebigen und gewünschten Weise anpassen ließen. Gerade bei diesen Vorderarmschußbrüchen hing der günstige Ausgang oft in hervorragendem Maße von der Erfindungsgabe und Sorgsamkeit des Feldarztes auf dem Gebiete der Verbandtechnik ab.

Es ist klar, daß in solchen schwierigen Fällen trotz aller Kautelen der Wiederherstellungskunst dauernde Störungen im Gebrauche des Armes und der Hand nicht vermieden werden konnten. Viele Versteifungen, Verkrüppelungen und Verstümmelungen mußten schließlich in Kauf genommen werden. Aber eine konservierte Hand, sofern nur die normale Tastempfindung erhalten oder wiedergekehrt ist, bleibt stets höher zu bewerten als eine künstliche Hand nach erfolgter Amputation, da dieser jegliche Gefühlswahrnehmung fehlt. Auch die von SAUERBRUCH mit so viel Geschick propagierten Stumpfpplastiken, um eine selbsttätige Bewegung der künstlichen Hände und Finger zu erleichtern, haben daran nichts zu ändern vermocht. Die künstliche Hand ist und bleibt trotz aller Bewegungsmöglichkeiten ein totes Gebilde, das vom Lagegefühl des Organismus nicht beherrscht wird und von dem Träger, sofern es nicht für eine bestimmte Verrichtung gebraucht wird, meist als ein hinderliches Anhängsel empfunden wird, das ihn oft genug trotz aller Gewöhnung in seiner Bewegungsfreiheit hemmt und stört.

Aus diesen Gründen sind nachträgliche Amputationen nach solchen schweren Vorderarmschußbrüchen, wenn es einmal gelungen ist, Hand und Finger zwar mit Versteifungen und Verkrüppelungen, aber trotz der ausgedehnten Weichteilschädigungen und Knochenzerstörungen zu erhalten, nur dann in Erwägung zu ziehen, wenn trotz aller versuchten Nerven-, Sehnen- und Knochenplastiken dauernde Gefühlsstörungen und störende, oft schmerzhaft kontrakturstellungen der Hand und Finger zurückgeblieben sind. Den Trägern solcher entstellten und verkrüppelten Hände ist allerdings unter Umständen trotz allem Konservatismus in der anfänglichen Behandlung noch nachträglich die Absetzung zu empfehlen und mit einer künstlichen Hand mehr gedient, die sie wenigstens wieder zu bestimmten Arbeiten und Leistungen befähigt, was bei der den Dienst versagenden natürlichen Hand unmöglich geworden war. Solche Fälle sind glücklicherweise selten gewesen und sie sind in der Beurteilung oft schwierig. Immerhin habe ich es doch in einer Reihe von Fällen erlebt, daß die Träger solcher völlig verkrüppelten Hände nach Vorderarmschüssen äußerst dankbar waren für die ihnen nachträglich empfohlene Amputation, durch die sie einen brauchbaren Armstumpf eintauschten, der, mit geeigneten Ansätzen versehen, sie oft wieder zu den kompliziertesten Arbeiten und Verrichtungen befähigte, und sie von einem für sie unbrauchbar gewordenen Tast- und Bewegungsorgan befreite.

So ernst die Prognose der komplizierten Vorderarmschüsse mit Schußbruch beider Diaphysenknochen, was die Erhaltung und nachträgliche Gebrauchsfähigkeit von Hand und Fingern anbelangt, im allgemeinen auch zu stellen ist, gibt es doch auch zahlreiche Beobachtungen, in denen sich der Schußbruch beider Vorderarmknochen in kaum bemerkenswerter Weise hinsichtlich seiner Form und seines Verlaufes von den üblichen komplizierten Vorderarmbrüchen der Friedenspraxis unterscheiden ließ. Gewöhnlich handelte es sich dabei um Granatsplitterverletzungen, bei denen das Geschoß nicht beide Vorderarmknochen quer durchschlagen und zersplittert hatte, sondern beide Knochen durch stumpfen Aufschlag zum Bruch nach Art des Biegungsbruches gebracht hatte, ohne die Knochensubstanz selbst zu



durchqueren und zu zertrümmern. Auch durch Infanteriegeschosse aus großer Entfernung und Schrapnellkugeln konnten gelegentlich solche mehr gutartigen Schußbrüche beider Vorderarmdiaphysen zustande kommen.

Für die Behandlung dieser Schußbrüche haben sich keine wesentlich neuen Gesichtspunkte ergeben. Sie entsprachen denen der Friedenspraxis: Ausgleich der entstandenen Dislokationen, Lagerung in Supination und Extension des Vorderarmes, Sorge für freien Abfluß der Wundsekrete.

Diese Forderungen ließen sich den Umständen gemäß häufig nur in sehr bedingtem Maße erfüllen. In Rücksicht auf den Wundverlauf mußte manche dieser Forderungen zunächst zurückgestellt werden. Die eine Forderung kollidierte mit der anderen. Infolgedessen gerieten die Knochenneubildung und Knochenvereinigung häufig auf Abwege. Es entstanden falsche Knochenverbindungen zwischen den Bruchstücken und die richtige und erwünschte Vereinigung von Knochenteilen blieb aus. Über diese Erscheinungen und Bilder der Synostose und Pseudarthrose bei den Schußbrüchen beider Vorderarmknochen mögen hier einige kurze Bemerkungen noch Platz finden.



Abb. 67.

Schwerer Schußbruch beider Vorderarmknochen nach Granatsplitterverletzung mit mächtig entwickeltem Brückenkallus.

Die Synostose oder die Bildung eines Brückenkallus kam meist dann zustande, wenn die Dislokation von vornherein nur in ungenügendem Maße ausgeglichen war, oder infolge unzureichender Fixierung des gebrochenen Vorderarmes in Supinationsstellung erneute Dislokation der Fragmente wieder eintrat. Aber auch bei guter Einrichtung der Bruchstücke und richtiger Schienung des Armes konnten solche Kallusbrücken zwischen den benachbarten Vorderarmdiaphysen zustande kommen, wenn durch die einwirkende Gewalt zugleich auch das Ligamentum interosseum zwischen Radius und Ulna in der Umgebung der Bruchstellen in stärkerem Maße zerrissen und zerstört war. Es wurde dann die entstandene Lücke durch wuchernde Kallusmassen ausgefüllt, die schließlich die Synostose der Vorderarmknochen zur Folge hatten.

Am meisten wurden bei Eintritt solcher Synostose die Drehbewegungen des Vorderarmes behindert. Die Pronation oder Supination der Hand wurde zur Unmöglichkeit. Wenn auch in einzelnen Fällen unter geeigneter medikomechanischer Behandlung die Synostose einer gewissen Rückbildung fähig war und die Behinderung der Drehbewegungen allmählich wieder zurückging, so erforderte doch in der Mehrzahl der Fälle die Synostosenbildung zu ihrer Beseitigung eine operative Behandlung. Man meißelte die Knochenbrücken fort und suchte durch Interposition von Weichteilen und baldigst nachfolgende orthopädische Behandlung ihrer Wiederentstehung vorzubeugen. Immerhin wurde auch in solchen Fällen der Erfolg bisweilen dadurch illusorisch, daß es in der Zwischenzeit bereits zu einer Ankylosierung der zugehörigen Drehgelenke gekommen war, die auch einer ausgiebigsten medikomechanischen Nachbehandlung häufig zu trotzen pflegte.

Dankbarer als die Synostosen waren in dieser Beziehung meist die Pseudarthrosen beider Vorderarmknochen für eine operative Behandlung, besonders

wenn nicht nur nach Anfrischung der Knochenenden die einfache Knochennaht ausgeführt, sondern auch die knöcherne Verwachsung der wieder aneinandergefügten Bruchenden durch die freie Überpflanzung eines Knochenspans aus der Tibia gesichert wurde. Auch mit der Knochenbolzung mittels Elfenbeinstiften und gleichzeitiger Aufpflanzung eines Knochenspans aus der Tibia über die Bruchstellen sind bei diesen Pseudarthrosen beider Vorderarmknochen günstige Erfahrungen gemacht worden, namentlich wenn nach Anfrischung der Bruchenden eine größere Diastase hervortrat, die beim Zusammenfügen der Knochenteile zu einer notwendigen Verkürzung des Vorderarmes führte.

Freilich führte auch die Operation nicht immer zum Ziele. Besonders wenn die Knochenplastik, wie es infolge der latenten Infektion nach solchen Schußbrüchen öfter vorgekommen ist, zu einem Mißerfolg geführt hatte, waren die Verletzten häufig nicht wieder zu einem erneuten operativen Eingriff zu bewegen. Auch wurde die Operation unter Umständen aus anderen Gründen von vornherein verweigert. In solchen Fällen mußten Schienenhülsenapparate, die zugleich die Drehbewegungen im Handgelenk ermöglichten, verabfolgt werden, um die Bewegungsbehinderung im Gebrauche des Vorderarmes und der Hand einigermaßen wieder auszugleichen.

### c) Distale Epiphysenschüsse.

Während bei den proximalen Epiphysenschüssen der Grad und die Art der Verletzung des ulnaren Gelenkendes meist ausschlaggebend für den Verlauf und die Folgen zu sein pflegte, prävalierten im Gegenteil an der distalen Epiphyse die Verletzungen des unteren Radiusendes, das auch allein die Artikulationsfläche für die Handgelenksknochen trägt. Die Schußbrüche des unteren Radiusendes hatten in ihrer Wirkung meist große Ähnlichkeit mit dem sog. typischen Radiusbruch. Wenn der letztere in der Hauptsache auch als ein Stauchungsbruch aufzufassen ist, so kommt es doch beim Schußbruch infolge der fast immer eintretenden Splitterung der Radiusepiphyse auch zu einem Zusammensinken und zu einer Verschiebung der durch die Geschoßwirkung auseinandergedrängten Knochenteilchen, die in ihren Folgeerscheinungen denen des Stauchungsbruches sehr ähnlich sind.

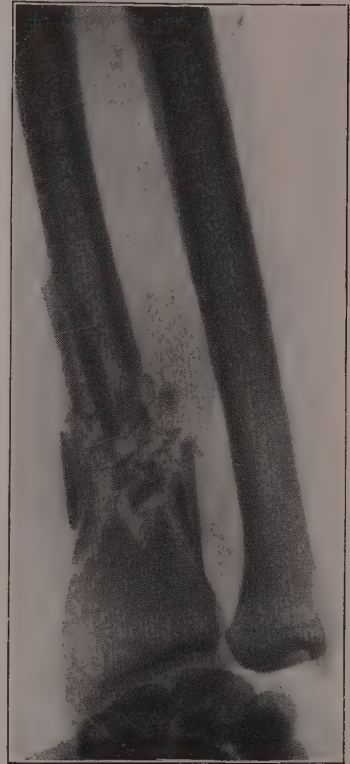


Abb. 68. Typischer Schußbruch mit Splitterung des unteren Radiusendes.

Auch die Behandlung dieser Schußbrüche der unteren Radiusepiphyse gestaltet sich sehr ähnlich den Methoden, die wir bei der Behandlung des klassischen Radiusbruches anzuwenden gewohnt sind. Die Hauptsache dabei bleibt, durch frühzeitige Reposition in Narkose unter Extension und Supination der Hand die Dislokation der Fragmente nach Möglichkeit auszugleichen und durch geeignete Schienung — ich bevorzuge auch hierbei die Gipschiene — einer erneuten Verschiebung der Bruchstücke vorzubeugen. Als zweite Regel aber kommt dann in Betracht, möglichst frühzeitig mit Bewegungsübungen im Handgelenk zu beginnen, um der sonst unvermeidlichen Gelenkversteifung entgegenzuwirken. In dieser Kombination der gleichzeitigen Mobilisierung des Handgelenkes und der Fixation der gebrochenen Knochenteile in extendierender Gipsschiene besteht meines Erachtens die Kunst der Behandlung des Schußbruches der unteren Radiusepiphyse. Sie erfordert freilich viel Sorgfalt, Hingabe und Interesse seitens der behandelnden Ärzte und des



Pflegepersonals, eine Forderung, die bei der Fülle anderweitiger Pflichten und Aufgaben im Felde wie auch in den Heimatlazaretten oft schwer zu erfüllen war.

Vielfach sind es aber auch die den Schußbruch begleitenden Nebenverletzungen der Weichteile und besonders des benachbarten Handgelenkes, die trotz aller Mühe eine nachträgliche Versteifung der Handgelenksgegend unvermeidlich machten. Besonders wenn eine länger dauernde Wundeiterung zu narbigen Verwachsungen zwischen Sehnen, Bändern und Knochenteilen geführt hatte, war die nachträgliche medikomechanische Behandlung oft ohne jeden Nutzen und Erfolg.

Weit ungünstiger gestalteten sich jedoch die Folgen des Schußbruches der unteren Radius epiphyse, wenn dabei gleichzeitig ein größerer Knochendefekt zustande kam. In solchen Fällen stellten sich bisweilen infolge Narbenverwachsungen schwerste

Verkrümmungen im Handgelenk ein, die zu dem Bilde der sog. Klumphand führten. Die Hand wurde infolge des eingetretenen Knochendefektes soweit radialwärts verschoben, daß sie fast in einem rechten Winkel zur Achse des Vorderarmes stand. Äußerst schwierig war es meist, durch osteoplastische Nachoperationen diesen Folgezuständen wieder abzuheilen. Auch Schienen und Apparate pflegten hier meist nur geringen Nutzen zu stiften. Es kann nicht wundernehmen, wenn die Träger solcher verstümmelten Klumphände bei gleichzeitiger Verstümmelung und Versteifung der Finger in einigen Fällen die Absetzung der Hand bevorzugt haben, um mit Hilfe einer künstlichen Hand die Greiffähigkeit wiederzuerlangen.

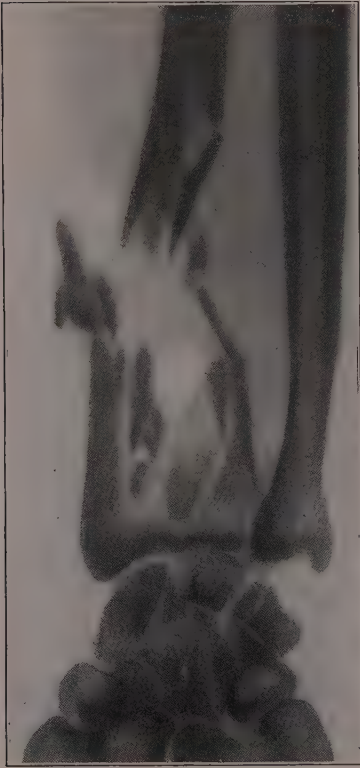


Abb. 69. Defektschuß des unteren Radiusendes mit starker Knochenzertrümmerung.

Zu den Schußverletzungen der distalen Epiphyse des Vorderarmes gehören schließlich die totalen Abreibungen einer oder beider Hände, wie sie leider auch in diesem Kriege namentlich infolge von Granatexplosionen beobachtet sind. Dabei muß hervorgehoben werden, daß weniger häufig feindliche Geschoßwirkung hierfür in Frage kam, als eigene Unvorsichtigkeit bei der Handhabung aufgefundener, nichtentladener Geschosse, besonders von Artilleriegeschossen und Handgranaten.

Bei der Behandlung dieser verstümmelnden Verletzungen kam es in erster Linie auf eine baldige sachgemäße Wundversorgung und namentlich Blutstillung der zerrissenen Gefäße an. Freilich lehrt die Erfahrung, daß der Verblutungstod nach solchen

Abreibungen der Hände verhältnismäßig äußerst selten beobachtet ist. Infolge der gleichzeitigen Quetschung und Zerreißung der Gewebe tritt eine spontane Thrombosierung in den verletzten Gefäßstümpfen, besonders beim Sinken des Blutdruckes, infolge der Schockwirkung ein, wodurch ein dauernder erheblicher Blutaustritt verhütet wird. Wenn möglich, sind natürlich die Stümpfe baldigst nach den Regeln der modernen Wundbehandlung zu versorgen. Dabei ist möglichst konservatives Vorgehen am Platze; insbesondere soll vom Knochen soviel als möglich erhalten und etwaige Reamputationen, namentlich am Vorderarm, vermieden werden. Denn für die spätere Tast- und Greiffähigkeit des Vorderarmstumpfes, sei es mit oder ohne Ansätze und künstlichem Glied, spielt seine Länge eine ausschlaggebende Rolle. Aus diesem Grunde ist in Fällen, wo es an natürlicher Hautbedeckung mangelt, die plastische Deckung des Stumpfes zu



erstreben, ehe man sich zu einer weiter verstümmelnden Reamputation entschließt. Dieser Grundsatz sollte mehr und mehr in den Grundregeln der Kriegschirurgie Aufnahme und Berücksichtigung finden. Auch für die Verletzungschirurgie des Friedens bleibt er von Wert, wenn schon seine Wichtigkeit erst bei der Masse der Verstümmelungen dieses Krieges mit besonderer Klarheit hervorgetreten ist.

Zu den kriegschirurgischen Verletzungen des Vorderarmes gehören schließlich noch die Hieb-, Stich-, Stoß- und Schlagverletzungen durch blanke Waffen, Gewehrkolben u. dgl. Sie bieten aber von den gleichartigen Friedensverletzungen ebenso wie die schweren Quetschungen und Zermalmungen des Vorderarmes bei Verschüttungen usw. so wenig Abweichendes, daß ich es mir versagen kann, des näheren darauf einzugehen. Ebenso gehören auch die Verbrennungen und Erfrierungen des Vorderarmes, die während dieses Krieges beobachtet sind, nicht in diesen Zusammenhang. Sie werden daher an anderer Stelle behandelt. Wir werden uns im folgenden nur noch auf die Schußverletzungen der Hand und ihre Folgen zu beschränken haben.

### C. Schußverletzungen der Hand.

Im Gegensatz zu den Kriegsverletzungen des Vorderarmes haben die Schußverletzungen der Hand während dieses Krieges manche neue Beobachtungen und Feststellungen, sowie auch Behandlungsmethoden ergeben, die zu Veröffentlichungen angeregt haben und in der medizinischen Kriegsliteratur niedergelegt sind. In zusammenfassender Weise hat PAUL GLÄSSNER, Berlin, über „Die Schußverletzungen der Hand“ im 11. Bande der „Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie“ berichtet, und ist dabei z. T. zu nicht uninteressanten Beobachtungen und Feststellungen gekommen, die bisher noch nicht in entsprechendem Maße gewürdigt worden und zu allgemeinerer Kenntnis gelangt sind. Wir werden sie daher auch bei der folgenden Darstellung nicht unberücksichtigt lassen können; wir dürfen sie auf Grund unserer Erfahrungen in vielen Punkten ergänzen und bestätigen, werden andererseits aber auch nicht verfehlen, darauf hinzuweisen, in welcher Beziehung sich Abweichungen nach Maßgabe des uns zur Verfügung gestandenen Beobachtungsmaterials ergeben haben.

Eine der interessantesten Feststellungen, die sich auch bei verschiedenartigstem Beobachtungsmaterial immer wieder ergeben hat, ist die Tatsache, daß allgemein die linke Hand bei weitem häufiger von einer Schußverletzung betroffen worden ist als die rechte Hand.

GLÄSSNER berechnet unter seinen Beobachtungen an 160 schußverletzten Händen, daß 105 mal die linke und nur 55 mal die rechte Hand verletzt war. Es ergab sich ihm demnach ein Verhältnis von 2:1.

Dieselbe Verhältniszahl fand sich nun auch in meiner ersten Beobachtungsreihe von 126 Handschußverletzungen. Es standen 92 Handschußverletzungen der linken Hand, 34 der rechten Hand gegenüber. Das Verhältnis änderte sich jedoch, als ich nunmehr Gelegenheit fand, noch eine zweite Beobachtungsreihe von Handschußverletzungen heranzuziehen. Bei einer Gesamtzahl von 306 Handschußverletzungen ergaben sich 194 linke Hände gegenüber 112 rechten Händen, die getroffen waren; also eine Verhältniszahl von 12:7.

Immerhin beweisen auch diese Zahlen, daß die linke Hand annähernd doppelt so häufig verletzt wurde wie die rechte.

Wodurch dies Überwiegen der linksseitigen Handschußverletzungen bedingt ist, dafür haben sich bisher bestimmte Anhaltspunkte nicht gewinnen lassen. Die häufige Annahme, daß dabei vielfach Selbstverstümmelungen in Betracht kamen, trifft wenigstens in dem Maße nicht zu. Überhaupt ist die Zahl der Selbstverstümmelungen viel zu gering, um bei solchen Zahlenverhältnissen eine nennenswerte Rolle zu spielen.

Nicht anders sind die Handschußverletzungen aus eigener Unvorsichtigkeit oder aus Unvorsichtigkeit benachbarter Kameraden zu beurteilen. Sie stellen doch nur eine verschwindende Menge unter der Zahl der Handschußverletzungen dar.

Dagegen erscheint es der Überlegung wert, die Art der Handhaltung bei ungedecktem Vorgehen zur Erklärung für das Überwiegen der linksseitigen Handschüsse heranzuziehen. Beim Vorgehen in aufrechter Körperhaltung wie auch in kriechender Stellung pflegt der Mann sein Gewehr in der rechten Hand zu tragen, bzw. nach sich zu ziehen. Die rechte Hand ist infolge der Umklammerung des Gewehrschaftes mit ihrer Rückenfläche mehr oder weniger nach abwärts gesenkt, während die Hohlhand der Unterseite des Gewehrschaftes eng angeschmiegt ist, um das Gewehr tragen zu können. Hinzu kommt, daß das Gewehr beim Vorgehen unwillkürlich etwas nach hinten gehalten und namentlich beim Kriechen nachgezogen wird. Infolgedessen ist die rechte Hand gewöhnlich durch den übrigen Körper beim Vorgehen mehr oder weniger gedeckt, sofern nicht gerade Flankenfeuer die rechte Seite trifft. Die rechte Hand befindet sich demnach infolge des Tragens des Gewehres auch beim Vorgehen in relativ geschützter Lage.

Ganz anders dagegen die linke Hand. Sie pendelt für gewöhnlich auch beim Vorgehen, wie GLÄSSNER meint, nicht frei neben dem übrigen Körper her. Gerade beim schnellen Vorgehen, wie es beim Feuergefecht meist der Fall zu sein pflegt, beim Sprung und bei der Verfolgung pflegt der Mann mit seiner linken Hand alles das festzuhalten, was an seinem Körper herumpendelt und ihn beim schnellen Laufen stört. So nimmt er das Seitengewehr an seiner Spitze, oder auch den Spaten mit der linken Hand nach vorn, damit sie nicht hin und her schlenkern, oder er hält die linke Hand auf die Patronentaschen, um deren Erschütterung beim Laufen möglichst zu vermindern. Einzelne, die schweres Gepäck tragen, halten die linke Hand auch am Tornisterriemen vorn, um die nach hinten ziehende Schulterlast beim Laufen etwas zu erleichtern. Aber auch wenn die linke Hand nichts festhält und sich frei neben dem Körper hin und her bewegt, so hat sie doch beim Laufen immer den unwillkürlichen Drang nach vorn, wie auch z. B. der Läufer beim Wettlauf beide Vorderarme mit den geballten Fäusten nach vorn nimmt, um so den Luftwiderstand zu verringern.

Beim Vorwärtskriechen ist aber die linke Hand dasjenige Bewegungsorgan, das zuerst vorgeschoben wird, um den übrigen Körper samt der rechten Hand mit dem Gewehr nach sich zu ziehen.

Aus diesen Beobachtungen und Überlegungen erhellt ohne weiteres, daß die linke Hand infolge ihrer Haltung beim Vorgehen während des Gefechtes im allgemeinen der Geschoßwirkung mehr ausgesetzt ist als die rechte. Bis zu einem Teile dürfte das Überwiegen der linksseitigen Handschußverletzungen sich auf diese Weise unschwer erklären lassen. Es erscheint indessen nicht ausgeschlossen, daß auch noch andere Momente dafür in Frage kommen, die unserer Beobachtung und Kenntnis bisher entgangen sind.

Was nun die Häufigkeit der Schußverletzungen der einzelnen Abschnitte, aus denen sich die Hand zusammensetzt, betrifft, so ergeben sich ebenfalls augenfällige Unterschiede, die mit einer gewissen Regelmäßigkeit bei der Beobachtung größerer Zahlenreihen hervortreten pflegen.

Reine Weichteilschüsse der Hand sind wenigstens in den Lazaretten, auch in den Feldlazaretten, äußerst selten zur Beobachtung gekommen. Diese Seltenheit ist im wesentlichen durch den Bau der Hand bedingt, die eigentlich nichts anderes als ein von Haut überzogenes Skelettgerüst von gegeneinander mehr oder weniger beweglichen Knochenteilen darstellt. Die Sehnen und Bänder, welche diese Knochenteile miteinander verbinden und ihre Beweglichkeit gegeneinander vermitteln, stehen mit dem Knochengerüst der Hand in so engem und unmittelbarem Zusammenhang, daß ihre Verletzung durch ein Geschoß oder nennenswerten Geschoßsplitter ohne

eine gleichzeitige Knochenverletzung fast ausgeschlossen erscheint. Bei den reinen Weichteilschüssen der Hand handelt es sich daher in der Mehrzahl der Fälle auch meist nur um Hautverletzungen und oberflächliche Streifschüsse, die eine besondere Lazarettbehandlung nicht erforderlich machten und von den Truppenärzten verbunden wurden, ohne daß die weitere Verwendungsfähigkeit des Verletzten an der Front dadurch in erheblichem Grade beeinträchtigt wurde. Meist vernarbten, diese Hautwunden nach ein paar Tagen der Schonung, während deren die Leute zu leichtem Arbeitsdienst bei der Bagage, den Küchen- und Munitionswagen u. dgl. verwendet wurden, ohne weitere Störungen zu hinterlassen. Nur wenn zahlreiche Splitter infolge von Explosionswirkungen in die Weichteile der Hand eingedrungen waren und Fremdkörpereiterungen entstanden, durch die auch die Sehnen und Sehnen-scheiden sowie der Bandapparat in Mitleidenschaft gezogen wurden, kam für gewöhnlich eine Weiterbehandlung in den rückwärtigen Lazarettanstalten in Frage, da in solchen Fällen unter Umständen mit operativen Eingriffen und nachträglichen Versteifungen zu rechnen war. Derartige multiple Weichteilverletzungen der Hände sind aber immerhin verhältnismäßig seltene Vorkommnisse gewesen und häufig durch besondere Unglücksfälle verursacht worden. So entsinne ich mich eines Falles, wo durch ungeschicktes Umgehen mit einer Leuchtpistole derartige Verletzungen an den Weichteilen der Hände hervorgerufen wurden, daß nachher mehrere plastische Nachoperationen erforderlich wurden, um die Gebrauchsfähigkeit der Hände trotz Unversehrtheit der Knochenteile einigermaßen wiederherzustellen.

Die Hauptrolle bei den Handschußverletzungen spielen demnach die Knochenverletzungen in ihren verschiedensten Formen und Kombinationen.

Verhältnismäßig selten sind reine Schußverletzungen der Handwurzel, sofern wir darunter lediglich die Knochenteile begreifen, die das eigentliche Handgelenk zusammensetzen. Unter unserem Material von 306 Fällen fanden sich nur 3 linksseitige und 1 rechtsseitige Handwurzelschußverletzung. Häufig aber sind die Handwurzelknochen und die sie verbindenden Bänder und Gelenke beteiligt, wenn in unmittelbarer Nähe eine erheblichere Knochenverletzung, sei es des unteren Radiusendes oder der Basalteile der Mittelhandknochen, stattgefunden hat. Vielfach finden sich dann abgesprengte Geschoßsplitterteile auch in die Gegend der Handwurzelknochen verstreut. Besonders gefährlich aber werden diese Verletzungen, wenn es in deren Gefolge zu ausgedehnten Entzündungen und Eiterungen in den kleinen Gelenkteilen der Handwurzelknochen kommt, die in ihrer Gesamtheit das eigentliche Handgelenk darstellen. Gewöhnlich dokumentiert sich dies Ergriffensein der Handgelenksteile, abgesehen von der Schwellung und Schmerzhaftigkeit, auch durch eine deutliche Verschleierung der Umrisse der Handwurzelknochen und durch ein Verwaschensein der ganzen Handgelenksgegend auf dem Röntgenbilde. Die Knochen-substanz kommt stellenweise zum Schwund, die Gelenkflächen werden zerstört, durch Wucherung des Bindegewebes kommt es zu starren Verwachsungen der einzelnen Knochenteile untereinander. Die Folgen sind schließlich völlige Versteifung des Handgelenkes.

In einzelnen Fällen waren sogar weitgehende Resektionen der Handgelenksknochen erforderlich, um der dauernden Eiterung unter Fistelbildungen Herr zu werden. Gerade die Eiterungen nach Schußverletzungen der Handgelenksgegend stellten oft gleich hohe Anforderungen an die Geduld des Arztes wie des Patienten. In vielen dieser Fälle war es oft zweifelhaft, ob durch die Vielgeschäftigkeit des Arztes mehr geschadet als genutzt wurde. Sie heilten schließlich aus, wenn man im Vertrauen auf die *Vis sanatrix naturae* sie ganz sich selbst überließ. Freilich vergingen oft Monate, bis die letzte Fistel sich schloß. Meist war es dabei auch um die Beweglichkeit der Finger zum größten Teile geschehen. Oft lange fortgesetzte medikomechanische Übungen wurden erforderlich, um solche Hände vor totaler Gebrauchsunfähigkeit zu



bewahren und die versteiften Finger wieder zu notdürftigen Greif- und Faßbewegungen zu befähigen.

Zu warnen ist im allgemeinen vor Totalresektionen des Handgelenkes. Die Endresultate waren meist sehr wenig erfreulich. Die Entstehung einer Schlotterhand ist weit ungünstiger als das Zurückbleiben einer Handgelenksversteifung, mit der nach Vornahme von partiellen Resektionen einzelner Knochen fast immer zu rechnen ist.

Das bei weitem größte Interesse unter den Handschußverletzungen beanspruchen die Schußbrüche der Mittelhandknochen.

Was ihre relative Häufigkeit anbelangt, so findet GLÄSSNER die Mittelhandknochen am häufigsten verletzt. Unter 160 Fällen von Handschußverletzungen fand er die Mittelhandknochen allein oder auch in Verbindung mit anderen Knochen 110mal verletzt. Das ist eine ungemein hohe Zahl, die vielleicht doch auf einer Zufälligkeit beruht. Ein derartig starkes Überwiegen der Mittelhandknochenschüsse kann ich nach Durchsicht anderer Zahlenreihen von Handschußverletzungen nicht bestätigen. Ich fand unter 306 Handschußverletzungen nur 133 Mittelhandknochenschüsse. Das ist ungefähr ein Verhältnis von 3:7. Immerhin kann angenommen werden, daß etwa die Hälfte aller Handschußverletzungen die Mittelhandknochen betroffen haben.

Sehr verschieden ist nun auch die Häufigkeit der Schußverletzungen unter den einzelnen Mittelhandknochen selbst. Am häufigsten getroffen wurde der 3. Mittelhandknochen, demnächst der 2., dann der 4. Mittelhandknochen (29:27:23 in unseren Zahlenreihen).

Der 5. Mittelhandknochen steht hinsichtlich der Häufigkeit der Schußverletzung den mittleren Mittelhandknochen etwas nach. Er ist häufig mit einem der anderen Mittelhandknochen, namentlich mit dem 4. und 3., zusammen verletzt.

Bei weitem am seltensten ist der 1. Mittelhandknochen verletzt. Durch die Oppositionsstellung, die der Daumen beim Fassen und Greifen sowie auch bei der gewöhnlichen Handhaltung den Fingern und der Handfläche gegenüber einzunehmen pflegt, ist auch der 1. Mittelhandknochen meist aus der Richtung der übrigen Mittelhandknochen so sehr abgewichen und abgelenkt, daß er nur eine verhältnismäßig schmale Angriffsfläche bietet. Immerhin fanden wir ihn unter unseren 306 Fällen 14mal verletzt, und zwar immer isoliert verletzt. Auch hierbei herrscht wieder die linke Hand vor. Es stehen 9 linksseitige Schußbrüche des 1. Mittelhandknochens 5 rechtsseitigen gegenüber.

GLÄSSNER fand das Metakarpale I unter 160 Handschußverletzungen nur 2mal isoliert verletzt, und zwar je 1mal links und 1mal rechts. Dagegen konnte er eine Schußverletzung mehrerer Mittelhandknochen beobachten, bei der neben dem 2., 3. und 4. Mittelhandknochen auch der 1. verletzt war. Unter unseren Fällen fand sich auch nur eine solche kombinierte Verletzung der Mittelhandknochen, bei der neben dem 1. noch der 2. und 3. Mittelhandknochen verletzt war.

Auch bei den kombinierten Mittelhandknochenschüssen herrscht im allgemeinen der 3. Mittelhandknochen vor, entweder in Verbindung mit dem 2. oder mit dem 4. Mittelhandknochen, zu dem sich dann auch häufig noch das 5. Metakarpale gesellt.

Aus diesen Einzeltatsachen ergibt sich zur Genüge, daß es die größere Angriffsfläche, welche die Mittelhand bietet, ist, die das Überwiegen der Mittelhandschußbrüche erklärt. Aber auch die Art der Wölbung des Handrückens, wie sie beim Greifen und Festhalten hervortreten pflegt, kommt dabei zum Ausdruck, indem gerade der am meisten nach außen gedrängte 3. Mittelhandknochen am häufigsten, und nächst ihm seine beiden Nachbarn, der 2. und 4. Mittelhandknochen, häufiger verletzt sind.

Die Erscheinungsformen der Mittelhandknochenschüsse sind nun sehr verschieden, je nachdem die Basis, der Schaft oder das Gelenkköpfchen des einzelnen Mittelhandknochens verletzt ist.

Die Schußbrüche der Basis eines oder mehrerer Mittelhandknochen finden wir meist mit gleichzeitigen Verletzungen der Handwurzelknochen vergesellschaftet. Auch das untere Ende des Radius und selbst der Ulna sind zuweilen dabei betroffen. Diese kombinierten Schußbruchverletzungen der Handwurzel und Mittelhand führen meist zu den schwersten Formveränderungen und Funktionsstörungen der ganzen Hand. Denn für gewöhnlich kommt es dabei zu Mitverletzungen der an der Volarseite dicht gedrängt zusammenliegenden Flexorensehnen, die namentlich bei eitriger Infektion der dort gelegenen gemeinsamen Sehnenscheiden zu schweren phlegmonösen Prozessen führen. Um der fortschreitenden Entzündung Herr zu werden, mußte häufig das Lig. carpi volare proprium durchschnitten und ganze Knochenteile geopfert werden. Dabei war es oft nicht zu verhüten, daß ganze Sehnenteile nekrotisch wurden und verloren gingen. Oder es traten so ausgedehnte Verwachsungen zwischen den erhalten gebliebenen Sehnen, Bändern und Knochen teilen ein, daß nicht nur eine völlige Versteifung des Handgelenkes und ihrer Nachbargelenke zurückblieb, sondern infolge der Sehnennekrosen und Verwachsungen auch ein dauernder Funktionsausfall in sämtlichen Fingerbewegungen eintrat, der zu einer Totalversteifung der ganzen Hand schließlich führte. Solche versteiften Hände boten oft ein flossenartiges Aussehen. Sie sind mehr oder weniger zu jeder Arbeit unfähig. In ihren Folgeerscheinungen sind sie fast dem Verlust der ganzen Hand gleich zu setzen.

Besonders beobachteten wir auch gerade bei diesen schweren Handschußverletzungen in der Nähe der Handwurzel und der Basalteile der Mittel-



Abb. 70. Steckschuß der Mittelhand mit Schußbruch des 3. und 4. Mittelhandknochens.

handknochen einen Folgezustand, der als ein derbes Ödem der ganzen Hand und der Finger in Erscheinung tritt. Die Haut mit dem darunter gelegenen Pannikulus ist chronisch verdickt und geschwollen, fühlt sich derb und kühl an und zeigt dabei häufig einen lividen, bläulichroten Farbenton. Am auffälligsten tritt dies Ödem zumeist am Handrücken, wo es je nach der Handhaltung wechselt, hervor, während es an der derberen Volarfläche der Hohlhand und der Finger meist eine dauernde Verdickung der Haut und Weichteile darstellt. Irgendwelche Entzündungserscheinungen fehlen dabei gänzlich. Es handelt sich dabei offenbar um trophoneurotische Störungen, die unter Umständen durch Mitverletzungen der Nervenstämmen, und zwar besonders der Hautäste, namentlich im Bereiche des Medianus und Ulnaris bedingt sind. Die Therapie ist ziemlich machtlos diesen Folgezuständen gegenüber. Auch lange fortgesetzte Massage, Heißluftbehandlung und medikomechanische Übungen vermögen an den chronischen Schwellungszuständen solcher versteiften Hände oft nur wenig zu ändern. Schwere Ausfallserscheinungen der gesamten Funktion der Hand und Finger pflegen als dauernde Folge fast immer zurückzubleiben.



Eine große Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der Form weisen die Schußbrüche des eigentlichen Schaftes der verschiedenen Mittelhandknochen auf. Auch bei ihnen lassen sich auf den Röntgenbildern deutliche Lochschüsse beobachten, wenn der Knochen in der Richtung von vorn nach hinten oder umgekehrt getroffen und durchbohrt ist. Bei der Schmalheit des Knochenschaftes aber kommt es dabei meist zu wirklichen Lücken- und Defektschüssen im Mittelhandknochen. Die zersplitterten Knochenteile sind mit dem Geschoß aus der Ausschußöffnung herausgeschleudert oder auch erst später unter Eiterbildung ausgestoßen. Es bleibt in dem betreffenden Mittelhandknochen eine mehr oder weniger große Lücke zurück, die später durch Narbengewebe ausgefüllt wird.

Während die Knochenfragmente bei solchem Defektschuß eines Mittelhandknochens anfangs durch die Verbindung mit den Nachbarknochen in ihrer ursprüng-



Abb. 71. Typischer Lochschuß des 3. Mittelhandknochens.



Abb. 72. Defektschuß des 4. Mittelhandknochens mit scheinbarer Verkürzung (Einsinken) des 4. Fingers.

lichen Lage ziemlich erhalten bleiben, tritt später für gewöhnlich infolge des Narbenzuges des die Knochenlücke ausfüllenden Gewebes ein Zusammensinken der getrennten Bruchenden ein. Demgemäß sinkt aber auch der zugehörige Finger entsprechend ein. Äußerlich aber erscheint der betreffende Finger deutlich verkürzt, zuweilen fast bis auf die Hälfte, so daß aus dieser scheinbaren Fingerverkürzung auch nachträglich noch die Diagnose des Mittelhandschußbruches sich ergibt.

Bei der Mehrzahl der Schußverletzungen des Schaftes der Mittelhandknochen handelt es sich um typische Splitterbrüche, meist ohne nennenswerte Dislokation, aber mit breiter Aufsplitterung der Schaftdiaphyse, deren Bruchspalten sich oft bis in die Epiphyse fortsetzen. Aus der Art der Splitterung läßt sich sehr häufig auch lediglich aus dem Röntgenbilde noch nachträglich die Schußrichtung erkennen, in welcher der Knochen getroffen worden ist. Meist sind die Splitter hauptsächlich nach einer Seite verdrängt, und auch die eigentlichen Bruchenden des gesplitterten Schaftes weisen eine dementsprechende Richtung auf.



Auch bei der Heilung dieser Splitter-schußbrüche der Mittelhandknochen finden wir infolge der Richtung der Splitter meist auf der einen Seite des wieder konsolidierten Metakarpale eine viel stärkere Kallusverdickung vor als auf der anderen. Mitunter ist die Kallusentwicklung so stark, daß es zur förmlichen Bildung eines Brückenkallus zwischen zwei Nachbarknochen kommt. GLÄSSNER weist dabei darauf hin, daß bei den Schußbrüchen des 2. Mittelhandknochens, bei denen eine Dislokation eingetreten ist, fast ausnahmslos der Scheitel der zurückbleibenden winkelligen Knickung nach erfolgter Heilung daumenwärts gerichtet ist. Dies ist bei einem isolierten Schußbruch des 2. Mittelhandknochens leicht verständlich. Denn bei entgegengesetzter Schußrichtung ist es nahezu unausbleiblich, daß auch der 3. Mittelhandknochen oder noch mehrere dabei verletzt werden.

Bei den Schußbrüchen mehrerer Mittelhandknochen finden wir meist schwerere Zertrümmerungen und dementsprechend stärkere Dislokationen der Bruchstücke. Es kann dabei zu erheblichen Verunstaltungen der ganzen Mittelhand kommen, die dann auch schwere Gebrauchsstörungen der betreffenden Finger zur Folge haben. Doch stehen in dieser Beziehung die zurückbleibenden Formveränderungen durchaus nicht immer in gleichem Verhältnis zu den zurückbleibenden Funktionsstörungen der Hand. Oft ist es erstaunlich, wie difform geheilte Schußbrüche der Mittelhand die eigentliche Gebrauchsfähigkeit der Hand und der Finger verhältnismäßig wenig beeinträchtigen, während andererseits bei leidlich guter Wiederherstellung der Form des Knochens nach einem Schußbruch oft schwere Funktionsbehinderungen zurückbleiben. Es hat diese Beobachtung ihren Grund hauptsächlich darin, daß auch bei anscheinend günstigem Schußbruch infolge hinzutretender Infektionschwere Weichteilveränderungen sich einstellen können, die zu Verwachsungen namentlich der die Bewegung vermittelnden Sehnen mit den verletzten Knochenteilen führen und somit die Funktion in irreparabler Weise gefährden.



Abb. 73. Typischer Splitterschußbruch des 3. Mittelhandknochens.



Abb. 74. Schußbruch dreier Mittelhandknochen mit starker Splitterung daumenwärts.

Mit schwereren Formveränderungen, die schon äußerlich sichtbar sind, pflegen auch die Schußbrüche des 1. Mittelhandknochens häufig einherzugehen. Der Daumen erscheint dadurch verbreitert und eingesunken, ohne daß dabei die eigentliche Funktion des Daumens in nennenswertem Grade gelitten hat. Sofern die eigentlichen Gelenkverbindungen des Mittelhandknochens intakt geblieben sind, pflegt sich auch bei zurückgebliebener Deformität des Schaftes nach sachgemäß durchgeführter Übungstherapie die Funktion des Daumens fast immer wieder in ausreichendem Maße herzustellen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse jedoch bei den Mittelhandschußbrüchen überhaupt, sobald bei Verletzungen des distalen Endes des Schaftes auch die Gelenköpfchen und ihre Gelenkverbindungen mit den Grundgliedern der Finger betroffen sind. Die Epiphysenschüsse der Mittelhandknochen bieten in dieser Hinsicht eine weit schlechtere Prognose als die Verletzungen des Diaphysenschaftes. Sie pflegen fast immer eine mehr oder weniger hochgradige Versteifung des betreffenden Fingers zur Folge zu haben; auch führen sie fast stets zu stärker ausgeprägten Deformitäten der ganzen Hand, besonders wenn es sich um die Epiphysen der mittleren Metakarpalia dabei handelt. GLÄSSNER weist besonders auf dabei häufig eintretende charakteristische Formveränderungen der distalen Enden der Mittelhandknochen hin, die nach seinen Beobachtungen namentlich bei Schußbrüchen des 3. Mittelhandknochens hervorgetreten sind. Bei völliger Zertrümmerung und Abschluß der Epiphyse erscheint das erhaltene Ende der Diaphyse nach Ausstoßung der Knochentrümmer häufig „fast griffelförmig zugespitzt“. In anderen Fällen, in denen die eigentliche Gelenkfläche des Köpchens noch teilweise erhalten geblieben, der proximale Teil der Epiphyse mit dem angrenzenden Diaphysenteil aber zerstört ist, erscheint der durch die Splitterung und nachfolgende Kalluswucherung oft verbreiterte Epiphysenrest gleichsam „pilzhutförmig dem Diaphysenstumpf aufgestülpt“.

Fast regelmäßig finden wir auch gerade bei den Schußverletzungen der distalen Gelenkenden der Mittelhandknochen die scheinbaren Fingerverkürzungen, deren Vorkommen wir bereits bei den Defektschüssen des Schaftes der Mittelhandknochen erwähnt hatten. Infolge der Zerstörung der Epiphyse sinkt der zugehörige Finger zwischen die benachbarten Metakarpalknochen ein.

Bevor wir die Darstellung der verschiedenen Formen der Mittelhandschußbrüche verlassen, seien noch kurz die mannigfaltigen Kombinationen zwischen Mittelhandknochen- und Fingerschußverletzungen erwähnt. Sie sind in nicht geringer Zahl beobachtet. Unter unseren Fällen fanden sich solche gleichzeitige Mittelhand- und Fingerschußverletzungen 7mal linkerseits und 5mal rechterseits. Sie deuten darauf hin, daß sich die Hand beim Eintritt der Verletzung mehr oder weniger in Faustschlußstellung befand. Meist ist dabei ein Mittelhandknochen und der zugehörige Finger verletzt, häufig aber auch noch ein benachbarter Finger mitgetroffen. So findet sich mehrfach der 3. Mittelhandknochen und der 3. und 4. Finger verletzt, ein Beweis dafür, daß sich beim Faustschluß die Finger nicht genau gegenüber ihrem Mittelhandknochen lagern, sondern die Neigung haben, sich mehr daumenwärts zu verschieben. Dementsprechend findet man auch häufig den 3. Mittelhandknochen in Kombination mit dem 4. Finger verletzt. Natürlich spielt dabei die Schußrichtung, die keineswegs den Mittelhandknochen immer senkrecht trifft, auch eine Rolle, wenn z. B. in einem unserer Fälle der 4. Mittelhandknochen und dazu der 2. und 3. Finger verletzt sind.

Indes ist es nicht nur der Faustschluß, der diese kombinierten Mittelhandknochen-Finger-Verletzungen zustande bringt. Auch die Oppositionshaltung des Daumens kommt dafür in Frage. So war in einem unserer Fälle der 2. Mittelhandknochen im Schaftteil und der Daumen im Grundgliede dicht oberhalb des Metakarpophalangealgelenkes getroffen.



Demgegenüber sind wieder andere Kombinationen lediglich auf die Art der Schußrichtung zurückzuführen. Sehr charakteristisch dafür ist ein Fall, in dem der 4. Mittelhandknochen etwa in der Mitte seines Schaftteiles, der 3. Mittelhandknochen im distalen Epiphysenteil und schließlich der 2. Finger im proximalen Gelenkteil des Grundgliedes verletzt war. In einem anderen ähnlichen Falle war der 5. Mittelhandknochen in der Mitte des Schaftes und das Grundglied des 4. Fingers dicht oberhalb seiner Gelenkverbindung mit dem zugehörigen Mittelhandknochen getroffen.

Aus diesen wenigen Beispielen ergibt sich aber zur Genüge, wie mannigfaltig die Kombinationen zwischen gleichzeitigen Mittelhand- und Fingerschußbrüchen sein können. Alle Möglichkeiten hier in Erwägung zu ziehen und durch entsprechende Beispiele zu belegen, würde in diesem Zusammenhange zu weit führen. Sie würden, wenn sich jemand dazu bereit fände, ein besonderes Studium beanspruchen dürfen.

### Schußbrüche der Finger.

Die Schußbrüche der Finger haben an sich in rein chirurgischer Beziehung kein besonderes Interesse geboten, dagegen haben sie hinsichtlich der Erhaltung der Dienst- und Erwerbsfähigkeit auch in diesem Kriege eine große Bedeutung erlangt.

Ihre Häufigkeit ist offenbar großen Schwankungen unterworfen gewesen. GLÄSSNER hat sie nach Maßgabe seines Materials erheblich seltener als die Schußbrüche der Mittelhandknochen angetroffen. Dieser Feststellung können wir uns auf Grund unserer Beobachtungen keineswegs anschließen. Wir fanden unter unseren 306 Fällen von Handschußverletzungen nicht weniger als 173 Schußbrüche der Finger. Und zwar stehen dabei wieder 103 Fälle linksseitiger 70 Fällen rechtsseitiger Fingerschußverletzungen gegenüber. Die Fingerschußbrüche scheinen demnach im allgemeinen den Mittelhandknochenschüssen, was ihre Häufigkeit anbelangt, nicht nachzustehen.

Auch was die Mannigfaltigkeit der Formen der Schußbrüche der Finger anbetrifft, so sind sie denen der Mittelhandknochen schon dadurch überlegen, als sich jeder Finger aus 3 verschiedenen Knochenteilen mit den zugehörigen Gelenkverbindungen zusammensetzt. Freilich ist zuzugeben, daß charakteristische Formveränderungen in weit geringerem Maßstabe hervorgetreten sind. In der Mehrzahl der Fingerschußbrüche handelt es sich um Splitterbrüche, die sich oft, wie auch GLÄSSNER hervorhebt, über zwei benachbarte Phalangen erstrecken.

Soweit das uns zur Verfügung stehende Material ein Urteil zuläßt, so fällt unbedingt die relative Häufigkeit des Schußbruches des Grundgliedes auf; in der Mehrzahl der Fälle ist es sogar isoliert verletzt. Diese Bevorzugung des Grundgliedes hat offenbar auch ihren Grund in dem Überwiegen bestimmter Fingerhaltungen, in denen das Grundglied Schußwirkungen leichter ausgesetzt ist als die übrigen Fingerglieder. Wir halten unsere Finger bei gewohnheitsmäßiger Handhaltung, auch wenn wir nichts in der Hand halten, tragen, stützen oder überhaupt erfaßt haben, fast niemals in gestreckter Stellung, sondern unsere Finger stehen, auch wenn sie nicht in irgendeiner Weise betätigt sind, also sich in Ruhestellung befinden, fast ausnahmslos in einer leichten Beugestellung zur Handfläche. Dabei ist der Winkel, den die Grundglieder zur Mittelhand einnehmen, abgesehen vom Grundgliede des Daumens, meist ein sehr geringer; die Grundglieder weichen nur wenig von der geradlinigen Fortsetzung der Achse der zugehörigen Mittelhandknochen ab. Im Gegensatz dazu werden die beiden letzten Fingerglieder im Mittelgelenk der Finger, wenn wir ein Grundgelenk, ein Mittelgelenk und ein Endgelenk an jedem Finger unterscheiden, für gewöhnlich in verhältnismäßig stärkerer Beugestellung gehalten. Durch diese Art der Flexionshaltung auch der ruhenden, unbetätigten Finger wird



es bedingt, daß sich die beiden letzten Fingerglieder jedes Fingers zur Achse der Mittelhandknochen in nahezu rechtwinkliger Stellung bei gewohnheitsmäßiger Haltung zu befinden pflegen. Sie bieten daher allen mehr oder weniger senkrecht zur Mittelachse der Hand einwirkenden Geschossen gegenüber eine weit geringere Angriffsfläche als die nur wenig gebeugten Grundglieder.

Aus diesem Grunde wird es auch verständlich, warum so häufig, wie GLÄSSNER hervorhebt, zwei benachbarte Fingerglieder in der Nähe ihrer sie verbindenden Gelenkenden zugleich getroffen sind. Meist handelt es sich dabei um das distale Ende des Grundgliedes und das proximale Ende des Mittelgliedes, die sich in stärkerer Beugestellung zueinander befinden und daher häufig in einer Schußrichtung zueinander liegen.

Die Form der Schußbrüche der Phalangen weicht von denen der Mittelhandknochen insofern ab, als dabei viel stärkere Deviationen der zerbrochenen Knochenenden zueinander beobachtet wurden, während infolge des festen Gefüges der Mittelhandknochen untereinander stärkere Dislokationen der Fragmente dort nur bei unmittelbaren Sprengwirkungen zur Beobachtung gelangten. Die Form des Schußbruches richtet sich dabei auch vielfach nach dem Bau der Finger und der Größe und Entwicklung der einzelnen Knochenteile der Phalangen. So kamen beispielsweise bei großen Händen auch typische Lochschüsse der mächtig entwickelten Grundglieder zur Beobachtung, während bei zarteren Gliedern die getroffenen Knochenteile meist eine starke Zersplitterung aufweisen oder winkelig umgeknickt sind, so daß die Fragmente gleichsam aufeinander reiten. Größere Defektschüsse des Grundgliedes pflegten meist den Verlust des ganzen Fingers nach sich zu ziehen.

Waren, wie so häufig, die Gelenkteile zweier benachbarter Fingerglieder verletzt, so war die Fingerversteifung fast die Regel. Bei stärkerer Deviation solcher versteifter Fingerglieder wurde häufig später noch die Exartikulation des betreffenden Fingers nötig, wenn dadurch stärkere Funktionsbehinderungen im Gebrauche der übrigen Finger und der ganzen Hand bedingt wurden.

Bei Verletzung mehrerer Finger finden wir meist verschiedene Fingerglieder und in verschiedener Höhe verletzt. So fanden wir bei einer Schußverletzung des 2.—5. Fingers den 2. im Grundglied, den 3. im Mittelgelenk, den 4. im Mittelglied, den 5. im Endglied getroffen. Aber natürlich sind auch die verschiedensten anderen Kombinationen möglich, je nach der Stellung, in der sich die Finger beim Eintritt der Schußverletzung zueinander befunden haben.

Schließlich müssen hier noch die Abschnitte ganzer Finger und Fingerglieder Erwähnung finden, deren Ausfall je nach der funktionellen Wichtigkeit der einzelnen Finger von Bedeutung war. Den schwersten Nachteil brachte jedesmal der Abschluß des ganzen Daumens. Selbst der Verlust der übrigen vier Finger ist nicht so schwer zu bewerten wie der vollständige Verlust beider Daumenglieder. Aus diesem Grunde mußte als Regel gelten, bei Daumenschußverletzungen so konservativ wie möglich zu verfahren. Auch wenn der abgeschossene Daumen nur noch an einer schmalen Hautbrücke hing, mußte der Versuch seiner Wiederanheilung gemacht werden. In einer Reihe von Fällen ist dieser Versuch durchaus gelungen, wenn dabei auch mit teilweise zurückbleibender Versteifung gerechnet werden mußte. Auch nachfolgende Haut- und Knochennekrosen blieben dabei nicht aus; so daß der zurückbleibende Daumenrest häufig einen stark verkrüppelten Eindruck hinterließ. Immerhin genügte auch dieser Daumenrest, um eine hinreichende Oppositionsfähigkeit den übrigen Fingern gegenüber zu erzielen und auf diese Weise die Greiffähigkeit der Hand in befriedigendem Grade wiederherzustellen.

In Fällen, wo der verkrüppelte Daumenrest sehr kurz war, ist es MUSKAT mehrfach in sehr geschickter Weise gelungen, durch Abdrängen der Weichteile an

der Innenseite des 1. Mittelhandknochens mitsamt der Adduktorenmuskeln durch Gummizüge und geeignete Bandagen den distalen Teil des zu dem Daumen gehörigen Mittelhandknochens zu einer Art neuen Daumenstumpfes umzuformen, der durch Druck gegen die Handfläche ein Festhalten von Gegenständen ermöglichte, vor allen aber das Aufsetzen und Tragen eines künstlichen Daumens auch gestattete, durch den wieder ein fester, den natürlichen Verhältnissen angepaßter Griff mit der daumenlos gewordenen Hand besonders auch bei Arbeiten, die ein sicheres Festhalten von Gegenständen erforderten, erreicht wurde.

Neben diesem unblutigen Verfahren ist es aber in erster Linie der plastischen Chirurgie gelungen, durch die sog. Daumenplastiken den verlorengegangenen Daumen in höchst sinnreicher Weise wieder zu ersetzen. Es sind für diesen Zweck verschiedene Methoden zur Anwendung gekommen. Besonders in Fällen, wo noch Weichteilreste des Daumens stellenweise erhalten waren, während das stützende Knochengerüst der Phalangen infolge Zersplitterung und Nekrose verlorengegangen war, hat man durch freie Transplantation und Einlagerung eines Rippenstückes, namentlich der beweglichen 12. Rippe, mit Erfolg einen neuen Daumen geformt, der den natürlichen Daumen in bewunderswerter Weise in fast allen seinen Funktionen zu ersetzen imstande war.

Aber noch kühnere Wege sind bei der Daumenplastik beschritten worden. Man begnügte sich nicht nur mit der Knochenaufpflanzung und Weichteilüberdeckung bei den Daumenstümpfen, sondern durch Umpflanzung ganzer Fingerglieder mit Gelenken wurden sogar wieder bewegliche Daumenglieder durch die Kunst der modernen Plastiken geschaffen. Die höchste Kunstleistung auf diesem Gebiete stellt unzweifelhaft die Umpflanzung einer großen Zehe an Stelle des abgeschossenen Daumens dar. Auf die Einzelheiten der Technik dieser verschiedenen Verfahren einzugehen, muß ich mir hier versagen. Sie gehören in den Abschnitt über die Plastiken in der Kriegschirurgie.

Im Vergleich zum Daumen ist der Verlust anderer Finger von weit geringerer Bedeutung. Der Verlust eines Fingers, wie wir schon aus der Friedenspraxis wissen, fällt kaum nennenswert ins Gewicht. Am meisten fühlbar macht sich wenigstens, bevor eine nötige Gewöhnung eingetreten ist, der Verlust des Zeigefingers, während der Verlust eines der mittleren Finger, des 3. oder 4. Fingers, fast immer ohne jede Störung ertragen wird, besonders wenn dabei auch zugleich die distalen Enden der zugehörigen Metakarpen reseziert sind, so daß die erhaltenen Finger wieder dicht aneinanderrücken.

Bei Verlust mehrerer Finger erweist sich der Verlust von Zeige- und Mittelfinger ungünstiger als das Fehlen von Ring- und kleinem Finger oder auch der Verlust der beiden mittleren Finger. Blieb außer dem Daumen nur ein Finger erhalten, so waren natürlich diejenigen am günstigsten daran, die den Zeigefinger behalten hatten. Je weiter im allgemeinen der noch erhaltengebliebene Finger vom Daumen entfernt war, um so ungünstiger gestalteten sich die Verhältnisse für die Greiffähigkeit. Ganz besonders kam dies für die rechte Hand in Betracht, sofern die Schreibfähigkeit davon abhing. Ich habe aber auch Leute, bei denen nur der Daumen und ein Stumpf des kleinen Fingers noch erhalten war, wieder ganz fließend und leserlich schreiben gesehen.

Beim Verlust mehrerer Finger ist überhaupt von größter Bedeutung, ob die Hand im ganzen infolge der Schußverletzung in ihrer Beweglichkeit stärker gelitten hat oder nicht. Ausgedehnte Narbenbildungen und Ödeme des Handtellers und des Handrückens pflegen fast immer auch erhaltene bewegliche Finger bei allen Verrichtungen in erheblichem Maße zu beeinträchtigen, so daß nicht der Fortfall einzelner oder mehrerer Finger und Fingerglieder allein einen Maßstab für die Bewertung der Gebrauchsfähigkeit einer schußverletzten Hand abzugeben vermag,

Dieser Umstand bedarf bei der Beurteilung der Erwerbsfähigkeit nach Handschußverletzungen und besonders auch nach Fingerabschüssen ganz eingehender Berücksichtigung.

Wir kommen damit zur Schilderung der besonderen Funktionsstörungen, die nach Hand- und Fingerschußverletzungen häufig beobachtet und zurückgeblieben sind. Zwar sind sie schon bei der Darstellung der einzelnen Verletzungsarten vielfach mit erörtert worden, doch dürfte eine kurze Besprechung dieser Funktionsstörungen im Zusammenhange lohnend erscheinen, soweit sie nicht schon vorher an anderer Stelle Erwähnung gefunden haben:

Die wichtigste und nachhaltigste Funktionsstörung, die man nach Mittelhand- und Fingerschüssen zu beobachten pflegt, ist die Beeinträchtigung des regelrechten Faustschlusses. Die Möglichkeit des Faustschlusses ist entscheidend für die Brauchbarkeit einer Hand nach Heilung ihrer schußverletzten Teile.

Als häufigste Ursachen des mangelnden Faustschlusses sind namentlich im Beginn des Krieges zu lange Ruhigstellung der schußverletzten Arme und Hände vorgekommen, sei es in Schienen oder auch in Gipsverbänden, die aus Furcht vor etwa eintretenden Knochenverschiebungen möglichst wenig gewechselt wurden. Die Zeit und die Beobachtung hat indes gelehrt, daß die Gefahr der Knochenverschiebung an der oberen Extremität sehr gering ist; um so größer ist aber die Gefahr der nachträglichen Hand- und Fingerversteifung, wenn ihr nicht von vornherein und möglichst frühzeitig entgegengetreten wird. Man erkannte erst allmählich, daß die Erhaltung und Wiederherstellung der Funktion weit wichtiger ist, als eine noch so ideale Knochenheilung, wenigstens im Bereiche der oberen Gliedmaßen, bei denen die Stützfähigkeit und Festigkeit der Knochen von weit geringerer Bedeutung ist, als bei der unteren Extremität. Es bleibt ein Verdienst der oberen Sanitätsbehörden, durch geeignete Erlasse die Aufmerksamkeit der behandelnden Ärzte und der Lazarette auf diese besonderen Verhältnisse rechtzeitig hingewiesen und durch zweckentsprechende Maßnahmen die Erinnerung daran dauernd wachgehalten zu haben. Viel Mühe und Arbeit und schließlich auch Kosten konnten durch eine richtige Prophylaxe in dieser Beziehung erspart werden. Die orthopädische Behandlung der zu erwartenden Hand- und Fingerversteifungen muß schon während der Wundheilung beginnen und nicht auf eine spätere Nachbehandlung verschoben werden, die oft die eingetretenen Schädigungen nicht wieder gutzumachen in der Lage war.

Vielfach waren es auch die gleichzeitigen Zerstörungen an dem Sehnen- und Bandapparat der Hand- und Fingergelenke, welche gegenüber der Knochenschußverletzung zunächst in den Hintergrund traten, aber hinterher, wenn die Behinderung des Faustschlusses die Unbrauchbarkeit der Hand zur Folge hatte, um so mehr ins Gewicht fielen. Verwachsungen der Sehnen und Bänder mit den zertrümmerten Knochenteilen, Narbenschwundungen u. dgl. stellten oft irreparable Folgen der Handschußverletzungen dar, die dem Faustschluß trotz aller medikomechanischen Nachbehandlung und orthopädischer Nachoperationen ein unüberwindliches Hindernis in den Weg stellten.

In solchen schwierigen Fällen mußte man sich oft damit begnügen, wenn wenigstens der Daumen ein genügendes Maß von Oppositionsfähigkeit wiedergewann und einzelne Finger in ihrer Beugefähigkeit dahin gebracht wurden, daß Gegenstände von dickerem Umfang erfaßt und ergriffen werden konnten. Auf diese Weise wurde es wieder möglich, handschußverletzte Handwerker, und namentlich landwirtschaftliche Arbeiter, so weit zu fördern, daß sie Werkzeuge mit entsprechend dicker gearbeiteten Griffen wieder fassen und halten konnten und mit hinreichender Kraft für ihre Arbeit handhaben und gebrauchen lernten.

Schwere Funktionsstörungen wurden ferner häufig bedingt durch Schiefstellung einzelner Finger, sowie vor allem durch hakenförmige Verkrüm-



mungen einzelner Fingerglieder und durch Schlottergelenksbildungen in den Metakarpophalangealgelenken. Zu ihrer Beseitigung reichten meist orthopädische Maßnahmen nicht aus. Häufig war die nachträgliche Exartikulation des störenden Fingers oder Fingergliedes nicht zu umgehen.

Diesen Veränderungen sehr nahe stehen die Krallenfingerbildungen, durch die der normale Faustschluß natürlich ebenfalls in sehr erheblichem Grade behindert wird. Immerhin sind sie als günstiger anzusehen als die völlige Versteifung der Finger in Streckstellung, die sich nachträglich oft nur schwer beheben ließ und die Unmöglichkeit des Faustschlusses zur Folge hatte.

Auch die Abweichungen einzelner Finger im Sinne der Abduktion oder Adduktion, die besonders am Zeigefinger und am kleinen Finger sich bemerkbar machten, beeinträchtigen oft trotz normaler Gelenkigkeit der einzelnen Fingerglieder die Sicherheit der Greiffähigkeit einer Hand nach Schußverletzung, worauf besonders von HASS hingewiesen ist.

Abgesehen von den Fingerversteifungen und -verkrümmungen sowie der Behinderung des Faustschlusses fiel bei den Handschußverletzungen noch eine Funktionsstörung als häufige Folgeerscheinung oft sehr unerwünscht ins Gewicht: das ist die Versteifung im Radioulnargelenk, wodurch die Drehfähigkeit der Hand um ihre Längsachse in mehr oder minder erheblichem Maße behindert wurde. Wenn es nicht gelang, durch fortgesetzte Übung diese oft viel zu wenig beachtete Störung einigermaßen wieder auszugleichen, so war die Brauchbarkeit der Hand trotz guter Beweglichkeit der Finger- und Mittelhandgelenke sowie des Handgelenkes selbst oft dauernd auf das schwerste gefährdet. Besonders für die handarbeitenden Berufe bedeutet die Behinderung der Rotationsbewegung im Handgelenk meist eine wesentliche Benachteiligung, die im allgemeinen weit schwerer zu bewerten ist als die Beschränkung der Handgelenksbewegungen um ihre quere Achse. Die bloße Versteifung des Handgelenkes allein, die zu einer Behinderung der Volar- und Dorsalflexion der Hand geführt hat, bedingt im Vergleich zur Behinderung der Pro- und Supinationsbewegungen nur verhältnismäßig geringe Ausfallserscheinungen im Gebrauche der betreffenden Hand, wenigstens bei den gewöhnlichen Verrichtungen des Lebens sowie auch bei schwererer Handarbeit.

Nicht unerwähnt darf schließlich eine oft sehr unangenehm empfundene krankhafte Störung bleiben, die gerade an schußverletzten Händen vielfach sich bemerkbar machte und oft dauernd zurückblieb; das ist die starke und ständige Vermehrung der Schweißabsonderung an den Handflächen nach diesen Verletzungen, die fast allen therapeutischen Maßnahmen zu trotzen pflegte. Von verschiedensten Beobachtern ist darauf hingewiesen, und DIMITZ hat eine besondere Studie über diese sekretorischen, vasomotorischen und trophischen Störungen nach traumatischen Läsionen der Extremitätennerven abgefaßt, die eine anschauliche Erklärung über diese krankhafte Hyperfunktion der Schweißdrüsen zu geben versucht.

Auf Einzelheiten aller dieser gelegentlich beobachteten besonderen Funktionsstörungen einzugehen, würde im Rahmen eines zusammenfassenden Handbuches zu weit führen. Nur möchten wir am Schlusse nochmals hervorheben, daß die Schwere der zurückbleibenden Funktionsstörungen nach den Handschußverletzungen oft nicht im Einklang zur Schwere des ursprünglichen Verletzungsbildes stand. Scheinbar aufs schwerste verletzte und selbst verstümmelte Hände ergaben oft ein überraschend gutes funktionelles Resultat nach Heilung der Wunden und Abschluß der Nachbehandlung, während nach dem ersten Eindruck zunächst geringfügig erscheinende Verletzungen später oftmals so schwere Komplikationen aufwiesen und Funktionsstörungen hinterließen, daß die Gebrauchsfähigkeit der Hand im Hinblick auf eine vollwertige Erwerbstätigkeit dauernd geschädigt blieb. Die Gründe, die diese Unsicherheit der Prognose der Handschußverletzungen

bedingen, dürften aus den vorstehend gegebenen Darstellungen unschwer hervorgehen. Indes auf einen Faktor muß bei der Beurteilung der Heilungsaussichten einer Handschußverletzung auch in funktioneller Hinsicht besonders hingewiesen werden. Die persönliche Willensenergie des Verletzten ist es, die oft ausschlaggebend die Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit einer schußverletzten Hand für das spätere Erwerbsleben beeinflusste. Es war oft staunenswert, was einzelne willenskräftige Individuen bei sachgemäßer Anleitung und Schulung und fortgesetzter Übung mit ihren verstümmelten und verkrüppelten Händen und Fingern wieder zu leisten imstande waren, mit welcher Geschicklichkeit gestörte und aufgehobene Bewegungsmechanismen durch andere oft mühsam angelernte Hilfsbewegungen wieder ersetzt und ausgeglichen wurden, wie selbst komplizierte Hand- und Fingerfertigkeiten, wie Schreiben, Zeichnen, Klavierspielen u. dgl. trotz Fingerverlust und Fingerverkrümmungen durch vollständiges Umlernen der gewohnten Griffe, Haltungen und Bewegungen wiedergewonnen wurden.

Leider ist das Heer derjenigen, denen diese staunenswerte Willensenergie und geistige Tatkraft, die auch die Herrschaft über verstümmelte Hände und Finger wiederzugewinnen vermag, mehr oder weniger ermangelt, weit größer. Es muß dabei betont werden, daß es keineswegs immer böser Wille und Begehrlichkeit nach einer möglichst hohen Rente ist, die alle Bemühungen ärztlicher Kunst in dieser Beziehung oft erfolglos macht, vielmehr spielt dabei eine konstitutionelle Energielosigkeit und Gleichgültigkeit gegen körperliche Mängel und Unbequemlichkeiten, die sich leicht und rasch auch mit erworbenen Schädigungen und Funktionsausfällen abfindet, eine weit größere Rolle. Gegenüber diesen meist unbeeinflussbaren konstitutionellen Faktoren pflegt aber auch in der Mehrzahl der Fälle alle ärztliche Energie, Ausdauer und Geduld zu scheitern, und sind daher auch die therapeutischen Maßnahmen vielfach nur von begrenztem Erfolge begleitet.

Zum Schluß bleibt uns noch übrig, kurz auf die Frage der Therapie einzugehen und die verschiedenen Behandlungsmethoden zusammenfassend darzustellen, die bei den Handschußverletzungen eine allgemeine Anwendung gefunden und sich eingebürgert und bewährt haben. Natürlich ist es nicht möglich, jeden einzelnen Vorschlag, der in dieser Beziehung gemacht ist und sich gelegentlich bei der Behandlung von Handschußverletzungen ergeben hat, hier zu berücksichtigen. Jede Handschußverletzung bedarf einer möglichst individuellen Behandlung. Schematisierende Verbände sind dabei oft von Übel gewesen. Die Verhältnisse des Krieges haben es freilich bedingt, daß den frischen Handschußverletzungen an der Front weniger Beachtung zuteil wurde als später in den Heimatlazaretten, wo die Nachwirkungen sicht- und fühlbarer zutage traten. Aber selbst in den Heimatlazaretten stand der Handschußverletzte oft nur als Leichtverwundeter in Geltung, der sich in keiner besonderen Lebensgefahr befand und daher in einem großen Betriebe der ständigen ärztlichen Aufsicht und Nachbehandlung leicht entzogen war. Aus diesen Gründen ergab sich bald die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit, Verwundete mit schwereren Handschußverletzungen in besonders eingerichteten orthopädischen Anstalten zu sammeln und ihre Behandlung durch besonders vorgebildete Fachärzte und geschultes Hilfspersonal überwachen bzw. vornehmen zu lassen.

Für den Feldarzt aber kam es darauf an, sich möglichst aller verstümmelnden Operationen an Hand und Fingern zu enthalten. Jedes noch erhaltene Teilchen eines verstümmelten Fingergliedes konnte unter Umständen für eine spätere Plastik wertvolle Dienste leisten. Durch das unnötige Exartikulieren zertrümmerter Finger ist in dieser Hinsicht mancher Schaden für die spätere Gebrauchsfähigkeit der schußverletzten Hände entstanden. „Was sicher lebensfähig ist, auch was nur Lebensfähigkeit erhoffen läßt, soll zunächst belassen werden“, betonte WITZEL mit

vollem Rechte in seinem Aufsatz in den Feldärztlichen Beilagen über „Die Erhaltung der verwundeten Hand“.

Die vornehmste Sorge des ersten ärztlichen Handelns muß die Verhütung der Phlegmone sein; also lockerer aseptischer Verband bei zweckentsprechender Lagerung auf Schiene, so daß der Abfluß der Sekrete gesichert ist, war die wichtigste Forderung. Ausgiebige Spaltung und Drainage aber war die zweite wichtigste Forderung, sobald Zeichen phlegmonöser Entzündung hinzutraten. „Die Phlegmonenhand“ ist die trostloseste Folge der Handschußverletzung, hebt WITZEL treffend hervor. Sie bedingte für gewöhnlich die zahlreichen Finger- und Gelenkversteifungen, welche allen Mitteln der medikomechanischen Nachbehandlung zu trotzen pflegten.

Gegen das fortgesetzte Tragen fixierender Schienenverbände bei den Handschußverletzungen ist daher auch sehr bald von den verschiedensten Seiten geeifert worden. Mannigfache Verbandsvorrichtungen sind demgemäß in weiterer Folge angegeben worden, die bei jedem Verbandwechsel die Vornahme von aktiven und passiven Bewegungen der verschiedenen Fingergelenke und des Handgelenkes ermöglichten, ohne den Heilungsverlauf der schußverletzten Knochenteile wesentlich zu stören oder zu beeinträchtigen. Sehr bewährt haben sich in dieser Beziehung auch wieder die anmodellierten, jederzeit abnehmbaren und wieder anlegbaren Gipsschienen, die je nach dem Wundverlauf ausgeschnitten, abgeschnitten und verkleinert werden konnten und zugleich die Stützfähigkeit der zertrümmerten Knochen wie auch die Beweglichkeit der erhaltenen Gelenke sicherten.

Ferner müssen hier die von KLAPP, SCHEPELMANN und dem Feldunterarzt LANG angegebenen, sehr zweckmäßigen Extensionsvorrichtungen genannt werden, die durch Anbringen eines Drahtbügels oberhalb der Handwurzel, der die ganze Hand in Omega- oder Uform umgab, die einzelnen Finger in möglichst gespreizter Stellung zur Extension brachten. KLAPP führte zu dem Zwecke sogar Seidenfäden durch die Haut der Fingerkuppen hindurch, die dann an dem Extensionsbügel zur Erzielung einer ständigen Zugwirkung in zweckentsprechender Stellung befestigt wurden. Andere begnügten sich dabei mit einfachen Heftpflaster- oder Mastisol-Extensionsverbänden, in die unter Umständen zur Verstärkung des Zuges noch kleine Spiralfedern (LANG) eingeschaltet wurden. Jedenfalls erleichterten derartige Extensionsvorrichtungen in sehr bequemer und schmerzloser Weise den Verbandwechsel und gestatteten zugleich Bewegungsübungen an den einzelnen Fingern schon während der Wundbehandlung vorzunehmen, um der Versteifung von Gelenken rechtzeitig vorzubeugen.

In der Nachbehandlung von Finger- und Gelenkversteifungen schußverletzter Hände hat dann vor allem die Einführung der Arbeitstherapie außerordentlich gute Dienste geleistet und z. T. überraschend günstige Erfolge in Fällen gezeitigt, bei denen alle anderen orthopädischen Maßnahmen vielfach versagt hatten. Gerade die dauernde, oft unbewußte Betätigung versteifter Hände und Finger bei anregender und schaffender Arbeit trug oft vielmehr zur Mobilisation der Sehnen und Gelenke und zur Kräftigung erschlaffter und narbig veränderter Muskeln bei, als alle noch so kunstvoll ersonnenen Übungsapparate, die im einzelnen aufzuführen hier nicht der Platz sein dürfte.

Es wurde den Verletzten auf diese Weise auch je nach Beruf und Neigung Gelegenheit geboten, sich neue Fertigkeiten anzueignen, die ihnen für ihr späteres Fortkommen von Nutzen sein konnten. Schon dadurch wurde vielen ein willkommener Anreiz zu möglichst reger und audauernder Betätigung der versteiften Glieder geboten und der Wille zur Überwindung der eingetretenen Hemmungen im Gebrauche der Hände und Finger vermehrt und gekräftigt. So wurden die Verletzten zu Tischlerarbeiten, Schuhmacherarbeiten, auch zur Metallbearbeitung angehalten, andere erlernten Zeichnen, Schönschreiben und Buchführung, auch Malen und Ton-



modellieren wurden gelegentlich für dazu besonders Veranlagte geübt. Für Gartenarbeiten, auch landwirtschaftliche Betätigung wurde möglichst ausreichende Gelegenheit gegeben.

In den Erholungspausen wurden gemeinsame Spiele, Turnübungen, Stabübungen usw. möglichst im Freien vorgenommen, um den Ehrgeiz und die Geschicklichkeit anzustacheln. Mit Recht dagegen warnt GLÄSSNER vor Spielereien, wie Brandmalerei, Laubsäge- und Schnitzarbeiten, die häufig zu einseitiger Betätigung führten und keine praktischen Ziele verfolgten.

Mit dieser Arbeitstherapie muß natürlich die regelmäßige ärztliche Behandlung und Überwachung Hand in Hand gehen. Vielfach waren Nachoperationen erforderlich, wenn allzu feste Narbenverwachsungen, trotz aller Übung und Massage, sich nicht lockern und nachgeben wollten. Auch mit Pepsinumschlägen suchte man allzu festes und verdicktes Narbengewebe zu beeinflussen, ebenso wie mit den Cholininjektionen nach FRÄNKEL, mit denen einige Berichterstatter günstige Erfahrungen gemacht haben wollen.

Die operative Plastik trat schließlich in Konkurrenz mit der medikomechanischen Therapie. SPITZY gebührt das Verdienst, als einer der ersten den Versuch gemacht zu haben, verlötete und verwachsene Sehnen von der Unterlage zu lösen und durch Fettumscheidung sie wieder zum Gleiten zu bringen. Ähnliche Versuche sind auch von GLÄSSNER, der zur Verhütung der Wiederverwachsung die gelösten Sehnen mit freien Fett- oder Faszienlappen umgab, angestellt worden, und über günstige Ergebnisse auf diesem Gebiete der Sehnenplastiken liegen noch eine Reihe weiterer Mitteilungen, namentlich von WOLLENBERG, von MAYER und MOLLENHAUER, MANASSE u. a. vor. Ob freilich diese anfänglichen günstigen Erfolge auf die Dauer gehalten haben, was sie zunächst zu versprechen schienen, darüber sind weitere Erfahrungen bisher nur spärlich bekanntgegeben. Jedenfalls hat sich in vielen Fällen von Fettplastiken auch an anderen Stellen herausgestellt, daß auch überpflanzte Fetteinlagerungen vor späterer narbiger Schrumpfung nicht sicher sind.

Auf die mannigfachen Finger- und namentlich Daumenplastiken, die bei Schußverletzungen der Hände nach dem Vorgange von NIKOLADONI auch im Verlaufe dieses Krieges mit Erfolg gemacht sind, habe ich bereits an anderer Stelle hingewiesen. Ich nenne in diesem Zusammenhange noch die Arbeiten von HÖRHAMMER, NÖSSKE, KLEMM, LUKSCH u. a. Indes selbst bei Verlust sämtlicher Finger und des Daumens ist es der Kunst der chirurgischen Plastik gelungen, aus dem Mittelhandstumpf durch Bildung sog. „Mittelhandfinger“ wieder zum Fassen und Greifen geeignete handähnliche Gebilde herzustellen (BURKARD). Diese Errungenschaften der modernen plastischen Chirurgie können nicht hoch genug bewertet werden gegenüber den künstlichen Händen und Fingern, trotz aller Fortschritte im Prothesenbau. Die künstliche Hand ist und bleibt, trotz aller ihr zugeführten Bewegungsmechanismen, ein leider unvermeidliches Behelfsmittel, das die fühlende Hand nie zu ersetzen vermag und für den Träger ein meist lästiges Anhängsel bildet.

#### Literatur.

- <sup>1)</sup> BURKARD (Graz), Mittelhandfinger. M. Med. W. 1916 Nr. 39 S. 1409 (Feldärztl. Beil. 637).
- <sup>2)</sup> CRONE, E., Osteoplastische Operationen bei Pseudarthrose oder bei größeren Knochendefekten am Vorderarm. M. Med. W. 1916 Nr. 34 S. 1238 (Feldärztl. Beil. 546).
- <sup>3)</sup> DIMITZ, Ein Beitrag zur Kenntnis der sekretorischen, vasomotorischen und trophischen Störungen bei traumatischen Läsionen der Extremitätennerven. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 30.
- <sup>4)</sup> FAVARGER, Über Gipsschienen. M. Med. W. 1916 Nr. 23 S. 850 (Feldärztl. Beil. 382).
- <sup>5)</sup> FLEBBE, Drei neue Apparate: II Selbsttätiger Unterarmzugapparat. M. Med. W. 1916 Nr. 24 S. 885 (Feldärztl. Beil. 397).
- <sup>6)</sup> FRÄNKEL, I., Über erweichende Behandlung. M. Med. W. 1915 Nr. 41/42.

- 7) FRÄNKEL, I., Erweichende Behandlung. Zeitschr. f. orth. Chir. Bd. 36 H. 2/3 S. 508.
- 8) FRISCH, v., Schußbrüche der Mittelhand und der Finger. K. k. Ges. d. Ärzte in Wien, 11. 5. 17. Ref.: Wien. Klin. W. 1917 Nr. 21 S. 665.
- 9) GEIGES, Die Pseudarthrose der langen Röhrenknochen nach Schußfraktur und ihre Behandlung. M. Med. W. 1917 Nr. 17 (Feldärztl. Beil.).
- 10) GLEISS, Plastische Operationen an der Hand nach Kriegsverletzungen. Ärztl. Verein Hamburg, 18. 5. 15. Ref.: D. Med. W. 1915 Nr. 37 S. 1115.
- 11) HASS, Fingerdeformitäten nach Schußverletzungen der Hand. K. k. Ges. d. Ärzte in Wien, 30. 4. 15. Ref.: M. Med. W. 1915 Nr. 21 S. 720.
- 12) HEYMANN, A., Apparate zur Kriegsorthopädie. M. Med. W. 1915 Nr. 35 S. 1204.
- 13) HILGENREINER, Querdurchschüsse der Hand. Verein deutscher Ärzte in Prag, 3. 12. 15. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 4 S. 116.
- 14) — Über Querdurchschüsse der Hand. Beitr. z. klin. Chir. 1916 Bd. 98 H. 4 (Kriegschir. H. 13).
- 15) HOHMANN, Zur medikomechanischen Behandlung der Fingerversteifungen. M. Med. W. 1916 Nr. 3 S. 105.
- 16) HÖRHAMMER, Beitrag zur plastischen Operation des Daumenersatzes. M. Med. W. 1915 Nr. 49 S. 1681.
- 17) KLAPP, R., Zur Behandlung schwerer Kriegsverletzungen der Hand. M. Med. W. 1916 Nr. 32 S. 1173 (Feldärztl. Beil. 521).
- 18) KAMNIKER, Extensionsbehandlung der Knochen- und Gelenkverletzungen der Finger. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 140 H. 3/4.
- 19) KARAJAN, v. u. SCHWARZ, v., Fingerpendelapparat. M. Med. W. 1916 Nr. 3 S. 104.
- 20) LANG, Extensionsschiene für Verletzungen der Finger und der Mittelhand. D. Med. W. 1917 Nr. 24 S. 745.
- 21) LANGE, Unblutige Mobilisierung versteifter Fingergelenke. Kriegsorthopädie in der Heimat. M. Med. W. 1916 Nr. 7 S. 255.
- 22) LAQUEUR, Zur Mobilisation versteifter Finger und Handgelenke bei Kriegsverwundeten. Berl. Klin. W. 1915 Nr. 26.
- 23) LUFT, Eine Schiene zur Verhütung und Behandlung bei Interosseuslähmungen. M. Med. W. 1916 Nr. 19 S. 698 (Feldärztl. Beil. 310).
- 24) LUKSCH (Graz), Plastische Operationen an der Hand. M. Med. W. 1916 Nr. 24 S. 881 (Feldärztl. Beil. 393).
- 25) LÖFFLER, Ein neuer Apparat zur Behandlung der Fingerkontraktur. M. Med. W. 1916 Nr. 23 S. 847 (Feldärztl. Beil. 379).
- 26) KRÖBER, Ein neuer Fingerbeuge-, -streck- und -spreizapparat. M. Med. W. 1916 Nr. 39 S. 1410 (Feldärztl. Beil. 638).
- 27) MANASSE, Sehnenoperationen an der Hand und den Fingern. Ver. ärztl. Ges. zu Berlin, 3. 5. 16. Ref.: D. Med. W. 1916 Nr. 22 S. 681.
- 28) MAYER u. MOLLENHAUER, Hand- und Fingerverletzungen. Kriegsärztl. Abend der Zehlendorfer Lazarette, 16. 6. 15. Ref.: D. Med. W. 1915 Nr. 29 S. 873.
- 29) MUSKAT, Beitrag zur Behandlung der Handverletzungen. M. Med. W. 1916 Nr. 12 S. 443.
- 30) NEUHÄUSER, Ein neues Operationsverfahren zum Ersatz von Fingerverlusten. Berl. Klin. W. 1916 Nr. 48.
- 31) NICOLADONI, Daumenplastik und organischer Ersatz der Fingerspitze. Arch. f. klin. Chir. 1900 Bd. 61 u. Wien. Klin. W. 1897 Bd. 28.
- 32) RASSIGA, Über die Behandlung von Narben und deren Folgezustände mit Cholinchlorid. M. Med. W. 1916 Nr. 32 S. 1151.
- 33) SAXL, Pseudarthrosen der Metakarpen nach Schußfrakturen.
- 34) SCHEPELMANN, Weitere Erfahrungen über Fingerplastik. Zeitschr. f. orth. Chir. 1916 Bd. 35 H. 4.
- 35) — Fingerextension. D. Med. W. 1917 Nr. 46 S. 1450.
- 36) — Ein Universal-Hand- und Fingermobilisierungsapparat. M. Med. W. 1916 Nr. 3 S. 106.
- 37) SPITZY, Weichteiloperationen bei Kontrakturen. Zeitschr. f. orth. Chir. Bd. 36 H. 2/3 S. 500.
- 38) SCHLÄPFER, Beitrag zur operativen Behandlung der Vorderarmsynostosen. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 137 H. 4 S. 225.
- 39) SCHLOFFER, Zur Behandlung der Fingerschüsse. Med. Klin. 1915 Nr. 32.
- 40) WITZEL, Die Erhaltung der verwundeten Hand. M. Med. W. 1915 Nr. 49 S. 1701 (Feldärztl. Beil. 801).
- 41) WOLLENBERG, Hand- und Fingerverletzungen. Kriegsärztl. Abende Berlin, 16. 1. 17. Ref.: D. Med. W. 1917 Nr. 7 S. 221.
- 42) — Die operative Behandlung schwerer Fingerverküppelungen infolge von Sehnenverletzungen und -verwachsungen durch freie Transplantation von Sehnnenscheidengewebe. Berl. Klin. W. 1917 Nr. 9.

### 3. Becken- und Oberschenkelsschüsse.

Von Generalarzt Prof. Dr. CARL FRANZ in Berlin.

Im Kriege beratender Chirurg.

Mit 64 Abbildungen im Text.

#### A. Beckenschüsse.

Im nachfolgenden sollen nicht die Beckenschüsse im allgemeinen betrachtet werden. Denn diese haben z. T. in dem Abschnitt, welcher die Organe der Bauchhöhle betrifft, z. T. in dem Abschnitt über Rückenmarksverletzungen ihre Bearbeitung gefunden. Die Angaben MEISSNERS, daß die Verletzungen des großen Beckens gewöhnlich keine Verletzungen der inneren Organe im Gegensatz zu denen des kleinen Beckens bedingen, sowie daß die perforierenden meistens durch Gewehrschüsse bedingt waren (im ganzen 41 Fälle), haben wohl kaum Anspruch auf Verallgemeinerung, sondern sind durch das zufällige Beobachtungsmaterial bedingt. Hier soll nur die Rede von den Schußverletzungen der Beckenknochen und Weichteile sein, gleichgültig, ob sie das Beckeninnere mitverletzt haben oder nicht. Wenn die Beckenorgane betroffen waren, so sind die Läsionen der Beckenwandung durchschnittlich von sekundärer Bedeutung. Aber nicht immer, denn die durch die Glutäen gebildeten Weichteilmassen sind die umfangreichsten, welche sich am Körper befinden. Daher drohen von ihnen besondere Gefahren hinsichtlich der Blutung und der Infektion.

Die reinen Weichteilschüsse sind verschieden je nach der Geschoßart und der durch sie gesetzten Wunden. Im Weltkriege fanden sich alle Übergänge von den glatten kalibergroßen Durchschüssen bis zu der vollkommenen Wegreißung einer ganzen Gesäßbacke. Die starke Muskelmenge und die starken Arteriae glutaeae und ihre Äste geben zunächst besondere unmittelbare Folgeerscheinungen. Starke Blutergüsse in die Muskulatur machten bei kleineren Schußöffnungen häufig die Gesäßmuskeln zu starken Polstern, über denen die Haut prall gespannt erschien. So harmlos diese Schwellung sein kann, so gefährlich ist sie, wenn sie die Folge einer Verletzung des Stammes der A. glutaica superior oder infer. ist. Man versäume daher nie, auf ein Aneurysma zu fahnden. Über ausgebildete Aneurysmen liegen aus dem Weltkriege nur wenige Aufzeichnungen vor. Es muß darauf hingewiesen werden, daß wegen des starken Muskelpolsters die typischen Aneurysmasymptome (Gefäßgeräusch, Schwirren und Pulsation) fehlen können. Eine Fehldiagnose ist daher leicht möglich, auch in GOLDAMMERS Fall war die Diagnose zunächst auf ein Sarkom gestellt. Meistens handelte es sich um arterielle Hämatome.

Dagegen sind bei größeren Wunden die Blutungen aus den Arteriae glutaeae wohl nicht selten gewesen und haben oft zu Verblutungen geführt. ROST beschreibt sogar einen Todesfall, bei welchem trotz kleinen Einschusses eine Verblutung in die Oberschenkelmuskulatur erfolgte. Die Blutergüsse bei kleinen Schußöffnungen sind in der Regel subglutäal, doch können sie zuweilen auch intrapelvin auftreten und durch Druck Blasenbeschwerden verursachen. Im letzteren Falle sind sie schwer zu diagnostizieren. Denn die Punktionen können, weil die Nadel in Fibringerinnsel stößt, negativ ausfallen. Erwähnenswert ist ein von mir beobachteter Fall, wo bei gleichzeitiger Mastdarmverletzung die Blutung aus dem After erfolgte. Durch rasche Operation und Durchtrennung des Lig. spinoso sacrum konnte ich sowohl die Mastdarmverletzung als auch die Glutaeaverletzung gut freilegen. KÖRTE stellt im ganzen 40 Fälle zusammen, dazu kommt noch ein Fall von MEISSNER. Ich selbst sah 5 und bin überzeugt, daß jeder auf den vorderen Verbandplätzen und Lazaretten arbeitende Chirurg sie zuweilen gesehen hat. Oft handelte es sich um frühe Nachblutungen, welche nicht aus septischer Ursache erfolgten, sondern indem sich der primäre Throm-



bus aus irgendeinem Grunde löste, sei es, weil beim Liegen auf der verletzten Gesäßbacke ein veränderter Druck auf die Gewebe ausgeübt wurde, sei es weil durch Anstrengung der Bauchpresse und dadurch bedingter Änderung der Lage der Bauchorgane eine Druckänderung im Stamme der Hypogastrika und anschließenden A. glutaeta erfolgte. Nicht weniger oft hat es sich um septische Nachblutungen gehandelt. Die Blutungen sind immer bedrohlich und für den Nichtchirurgen wegen der tiefen Lage schwer zu stillen. Am ehesten empfiehlt sich daher das von BIER empfohlene Verfahren einer festen Tamponade, darüber angelegter Hautnaht und sofortige Herbeiziehung fachärztlichen Beistandes. Aber auch für die Chirurgen ist die Blutstillung häufig nicht einfach. Eine Kompression des Stammes ist nicht möglich, außer durch Momburgschen Schlauch oder Digitalkompression der Aorta. Daher steht die Wunde immer voll Blut. Außerdem liegt die Arterie sehr tief, und der außerhalb des Beckens befindliche Stammteil ist nur sehr kurz, so daß er schwer oder gar nicht zu fassen ist. Noch schwieriger wird die Situation, wenn der Abschuß innerhalb des Beckens erfolgt. In jedem Falle muß der Schnitt ein sehr großer sein, etwa 12 cm lang von der Spina post. ossis ilei superior zur Spitze des Trochanter major. Die Muskeln sind am besten mit großen Laparotomiehaken auseinander zu halten. In einigen Fällen wurde die Desinsertion des M. glutaetus maximus nach GULEKE vorgenommen (KRISCH, GOLDAMMER). Der Finger des Assistenten oder ein Stilstupfer übt dann sofort einen Druck auf die Gegend der Incisura ischiadica aus. Eine Entscheidung, ob es sich um die Superior oder Inferior handelt, läßt sich vorher nie fällen. Erst der Augenschein, ob das Gefäß oberhalb oder unterhalb des Pyriformis heraustritt, entscheidet die Frage. Darauf, daß die A. pudenda communis, der N. ischiadicus und der N. cutaneus femoris posterior zusammen mit der Inferior aus dem Foramen infrapiriforme heraustreten, sei hingewiesen. Ein breites Fassen des den Stumpf umgebenden Gewebes mit der Klemme ist also bei der Inferior wegen der Nervenverletzung viel gefährlicher als an der Superior. Weil ein Ligieren des kurzen Stumpfes häufig unmöglich ist, muß man die Klemme 4—5 Tage liegen lassen.

Alle diese Übelstände führten im Weltkriege dazu, daß einige Autoren (WIETING, HABERER, v. FRISCH, STROHMEYER, GOLDAMMER, FLÖRKEN, GLASS) prinzipiell die Unterbindung der A. hypogastrica entweder auf dem gewöhnlichen Wege wie bei der Freilegung der Iliaca communis oder per laparotomiam empfahlen. Indessen kann ich nach meiner Erfahrung der Ansicht KÖRTEs, daß die isolierte Ligatur der A. hypogastrica unter Vernachlässigung des Glutäastumpfes nicht zu raten ist, nur beipflichten.

Ich hatte in einem Falle zunächst vergeblich versucht, den Stumpf freizulegen und zu fassen, denn die Blutung war zu stark. Ein Momburgscher Schlauch verbot sich, weil, wenn auch keine peritonealen Symptome bestanden, die Verletzung des Darmes nicht absolut sicher auszuschließen war. Ich unterband daher die Hypogastrika. Als ich die Tampons von der Glutäa wegnahm, war die Blutung zwar geringer aber immer noch erheblich. Immerhin konnte ich nun den Stumpf fassen und ligieren.

In meinen 5 Fällen konnte ich 3mal an Ort und Stelle unterbinden bzw. die Klemme anlegen. Dieser Weg ist nach KÖRTE auch am meisten beschritten. Daß man bei ausgebildetem Aneurysma primär die Hypogastrika unterbinden muß, ist einleuchtend. Auch GOLDAMMER, HABERER u. a. wählten diesen Weg. Wenn man zur Unterbindung der Hypogastrika gezwungen ist, dürfte der extraperitonealen Methode der Vorzug zu geben sein. Denn für die entbluteten Patienten bedeutet die Laparotomie den größeren Schock. Außerdem ist sie vom aseptischen Standpunkt aus die sicherere.

Auch die Blutungen aus der Pudenda communis sind bei ihrem Austritt aus dem Becken schwer zu stillen und weisen auf die Zweckmäßigkeit der Hypogastrikaunterbindung hin.

Über Verblutungen oder Blutungen der Obturatoria habe ich nur einige Aufzeichnungen gefunden. COLMERS operierte ein Aneurysma derselben, nachdem er die Hypogastrika durch Laparotomie unterbunden hatte. Dagegen ist die Verletzung der Spermatika bei Durchschüssen, welche das Os pubis verletzten, nicht selten vorgekommen. Diese Läsion ist nicht ungefährlich. Ich selbst sah eine Verblutung daraus, und im pathologischen Institut der Kaiser-Wilhelms-Akademie findet sich ebenfalls ein Präparat als Zeugnis dafür. Zu erwähnen ist noch ein Fall (MEYER) von Beckenfraktur mit isolierter Verletzung der Vena iliaca, der nach Venennaht zur Heilung kam.

Daß alle diese die Gegend des Foramen ischiadicum berührenden Schüsse auch den Nervus ischiadicus treffen können, ist selbstverständlich. Ihre Prognose muß trotz Naht schlecht sein, weil der Weg der zentralen auswachsenden Achsenzylinder ein sehr weiter ist, obwohl andererseits die Verletzungsstelle dem Rückenmark nahe liegt.

Die Infektion der äußeren Weichteile hat deswegen ihre besonderen Gefahren, weil sie schnell durch die Foramina ischiadica auf das Beckenbindegewebe und das Peritoneum fortschreitet. Die septischen Beckenphlegmonen waren häufig die Todesursache, zur begleitenden Peritonitis kam es seltener. Diese Gefahr bedingt daher ein frühzeitiges und energisches Eingreifen bei allen infektiösen Prozessen. Eine breite Freilegung der Innenfläche des Beckens von einem extraperitonealen hypogastrischen Schnitt sowie die Fortnahme der Os coccygis und der beiden untersten Kreuzbeinwirbel sind immer zu empfehlen. Und trotzdem ist es beim Gasödem meistens erfolglos. MARWEDEL berechnet auf den Gasbrand des Gesäßes 62%, RUMPEL 64% Mortalität, jedenfalls die höchste von allen Verletzungen. Ich selbst verlor von 7 Gesäßschüssen, 5 also 71,4%.

Unter den Verletzungen der Beckenknochen nehmen die Beckenschaufel und das Kreuzbein unser besonderes Interesse in Anspruch. Die Beckenschaufel als der größte platte Knochen bietet sehr viel Ähnlichkeiten mit dem Schulterblatt hinsichtlich der Geschoßwirkungen. Nur findet man bei ihm häufiger glatte Lochschüsse ohne stärkere Fissurenbildung. Ihr nach vorn vorspringender Teil mit dem vorderen oberen Darmbeinstachel kann vollständig abbrechen.

Ich beobachtete einmal einen reaktionslos geheilten Infanteriedurchschuß, durch welchen ein schätzungsweise 5 cm langes Stück vollkommen abgebrochen und frei beweglich war. Noch nach einem Jahre fehlte jede Konsolidation. Infolge der Verschieblichkeit des oberen Insertionspunktes des Tensor fasciae und des M. sartorius bestand eine Schwächung der Extension. Die empfohlene Exstirpation dieses Stückes wurde vom Patienten abgelehnt.

Die Dünnhcit des Knochens bringt es bei Frakturen, welche den Knochenrand nicht mitbetreffen, mit sich, daß selbst bei klinisch reaktionsloser Heilung eine Konsolidierung meistens nicht eintritt, sondern die Splitter beweglich bleiben. Daher soll man sich bei der durch die Verhältnisse bedingten Freilegung derartiger Frakturen nicht vor der vollkommenen Entfernung sämtlicher Splitter, auch der noch von Periost überkleideten, scheuen. Es besteht also hier ein Gegensatz gegenüber dem Vorgehen bei den Schußfrakturen der langen Röhrenknochen und des Unterkiefers und eine Analogie mit dem bei den Frakturen des Planum scapulare und der Rippen. Dieses radikale Vorgehen bei den Splittern des Planum ossis ilei ist auch aus dem Grunde angezeigt, weil lose oder sich abstoßende Splitter zu schweren, fortkriechenden und wegen der dicken Muskulatur schwer erkennbaren Eiterungen nicht nur auf der Außenfläche, sondern vor allem auf der Innenfläche Anlaß geben können. Namentlich die letzteren können lange verborgen bleiben, und es bedarf geraumer Zeit, bis sich vorn oberhalb des Lig. Poupartii oder pararektal ein Abszeß feststellen läßt. Auch für die Brüche der Pfanne trifft dasselbe zu. Hier wird man eine Resektion des Femurkopfes immer gleich anschließen, um für freien Abfluß zu sorgen.

Die Facies auricularis, d. h. die nach dem Kreuzbein schauende Fläche mit ihrem starken oberen Vorsprung sowie der Darmbeinkamm sind mit einer starken Diploemasse versehen und aus diesem Grunde für eine Infektion besonders geeignet. Von diesen Wunden ist nach den Erfahrungen des Weltkrieges nicht selten eine schwere, in wenigen Tagen tödlich verlaufende Sepsis ausgegangen. Das Erkennen derselben ist dabei oft sehr schwierig oder unmöglich. Denn die Knochenwundfläche zeigt zunächst nur die schwärzlichrot aussehende spongiöse Substanz, die nichts von Eitereinsprengungen wahrnehmen läßt. Auch im weiteren Verlaufe werden diese vermißt, während sich die Farbe allmählich in ein schmutziges Graurot verwandelt und die Knochenbälkchen brüchig werden. Ich selbst habe mehrere solcher Fälle beobachtet, wo beim Fehlen von infektiösen Erscheinungen in der Weichteilwunde der Knochen nur dieses Bild bot, und wo der pathologische Anatom bei der Sektion des nach wenigen Tagen verstorbenen Toten eine von dieser Knochenwunde ausgehende Sepsis feststellen konnte. Diese Fälle betrafen alle die Tuberositas iliaca und den benachbarten Teil der Krista, während ich sie an den anderen Teilen der Krista nie beobachtet habe. Dabei war das Kreuzbein-Darmbein-Gelenk nicht befallen. Demnach ist dringend zu empfehlen, bei allen Verletzungen dieser Gegend so radikal wie möglich vorzugehen, d. h. sich nicht mit der Entfernung der losen Knochensplinter und eventueller Auskratzung des Markes zu begnügen, sondern mit dem Meißel so viel fortzuschlagen, bis man auf gut blutende und feste, nicht morsche spongiöse Substanz stößt.

Die Frakturen des Kreuzbeines sind in dieser Beziehung nicht viel weniger gefährlich. Hier verbietet die Rücksicht auf den Rückenmarkskanal ein allzu radikales Vorgehen. Während man den 4. und 5. Sakralwirbel unbedenklich fortschlagen kann, muß man beim 3. schon vorsichtig sein. Doch ist es auch bei Splitterfrakturen der oberen Wirbel besser, daß man sofort eine glatte Knochenwunde setzt und die Rückenmarkshäute vorsichtig freilegt und auf ihre Verletzung untersucht. Daß bei Schußfrakturen der oberen 3 Sakralwirbel zuweilen sensible Blasenstörungen beobachtet wurden, sei erwähnt. Über Verletzungen des Sakroiliakalgelenkes finden sich keine literarischen Aufzeichnungen. Nur einige Male ist von in ihm steckengebliebenem Geschosse berichtet.

Auch für die Schußfrakturen des Os pubis und Os ischii ist radikales Vorgehen angezeigt, weil man sonst leicht dauernde, schwer heilbare Fisteln bekommt, während die Gefahr der Sepsis von ihnen weniger droht.

Die Komplikation von Beckenknochenfrakturen mit Oberschenkelschüssen ist nicht sehr groß. Sie betrug in unserem Material nur 1,3%. Komplikationen mit Hüftgelenksverletzungen sind dabei häufig.

Über die Prognose der Beckenwandschüsse liegen aus dem Weltkriege noch keine statistischen Zahlen vor. Sicher ist, daß selbst große Defekte der Beckenknochen anstandslos und ohne Funktionsstörung heilen können. Die Pfannenbrüche machen, wenn sie ohne Infektion heilen, schwere Funktionsstörung. Waren sie infiziert, so kann nur eine frühzeitige Resektion die Aussicht auf das Leben erhalten. Ihre Funktion pflegt sich durchschnittlich nicht von derjenigen der Resezierten bei intakter Pfanne zu unterscheiden. Doch bedürfen sie zum Unterschiede von diesen immer eines Stützapparates.

### **B. Die Weichteilschüsse des Oberschenkels.**

Sie nehmen unter den Weichteilschüssen der Gliedmaßen den ersten Platz ein. Denn die Trefffläche des Oberschenkels ist die größte von ihnen. Wie sich das Verhältnis zu den Knochenschüssen stellt, läßt sich wegen Mangels einer allgemeinen Statistik nicht sagen. Nach unseren aus demselben Zeitraume und denselben Sanitätsformationen



an der Front gewonnenen 1803 Krankengeschichten\*) ergibt sich das Verhältnis von 1092 Weichteilschüssen zu 711 Frakturen, wobei die Verwundeten, nicht die Wunden, gezählt sind. Wollte man diese zählen, so würde sich die Anzahl der Weichteilschüsse verdoppeln, wenn nicht vervielfachen. Demnach stellt sich das Prozentverhältnis der Weichteilschüsse zu den Frakturen auf 60,5%. Wahrscheinlich wird es sich aber viel höher stellen, da man annehmen muß, daß ein nicht unerheblicher Teil der Weichteilschüsse so geringgradig war, daß er bei der Truppe blieb, oder daß er unter Umgehung der Feldlazarette direkt in die Heimat abgeschoben wurde. Ein Vergleich mit den Zahlen aus dem Deutsch-Französischen Kriege ist nicht angängig. Denn dort entfallen auf die nachgewiesenen 4173 Oberschenkelwunden nur 38,8% = 1621 Weichteilschüsse, ein Verhältnis, das sicher nicht der Wirklichkeit entspricht. Wenn man aber die auf S. 988 Bd. III A des Deutschen Sanitätsberichtes aufgeführte mutmaßliche Zahl von 10123 nimmt, so ergeben sich für den damaligen Krieg 79,8% Weichteilverletzungen des Oberschenkels. Irgendeine Schlußfolgerung aus diesen Zahlen zu ziehen verbietet aber die Ungleichheit der Ausgangszahlen.

Nach den Geschoßarten verteilen sich unsere Zahlen folgendermaßen:

Infanteriegeschosse . . . . .	209
Schrapnellkugeln . . . . .	103
Granat-, Minen- usw. Splitter . . . . .	747
Revolvergeschosse . . . . .	13
Unbekannte Geschosse . . . . .	15
Indirekte Geschosse . . . . .	5
Summa: 1092	

Demnach entfallen auf die Infanteriegeschosse 19,1%, auf Schrapnellkugeln 9,4%, auf Granatsplitter 68,4% der Weichteilschüsse.

#### a) Weichteilschüsse des Oberschenkels durch Infanteriegeschosse.

Für ihre Beurteilung standen 209 Krankengeschichten zur Verfügung. Unter ihnen fanden sich ca. 5,8% Streifschüsse, 8% Querschläger, 16,7% Steckschüsse und 73,7% Durchschüsse. Dieses prozentuale Verhältnis kann bei der Kleinheit der Zahlen nicht als allgemeingültig betrachtet werden. Es kann nur einen Anhalt geben. Die Anzahl der durch ihren Einschuß ersichtlichen Querschläger entspricht auch unseren früheren Annahmen. Die Anzahl der Steckschüsse erscheint bei reinen Weichteilschüssen hoch. Sie kann nicht durch die Masse der Weichteile bedingt sein, selbst wenn man die Längsschüsse und Schiefschüsse mit ihren am Oberschenkel langen Geschoßwegen von 20—50 cm in Betracht zieht. In 10% handelte es sich um im Oberschenkel steckengebliebene Geschosse, welche den anderen Oberschenkel durchbohrt hatten. In den anderen hat es sich einmal um aus sehr weiten Entfernungen kommende Geschosse, vor allem aber um Aufschläger, gehandelt. C. FRANZ hat schon aus dem Südwestafrikanischen Kolonialkriege berichtet, daß es sich in 51,5% der steckengebliebenen Infanteriegeschosse um Aufschläger handelt, daß der Einschuß bei ihnen, wenn es sich nur um eine Ablenkung der Geschoßbahn, nicht um eine Schiefstellung, handelt, ebenfalls kalibergroß sein kann, und daß man das Aufschlagen an dem steckengebliebenen Geschoß oft durch das „chagrinierte“ Aussehen des Mantels feststellen kann. Gerade bei den ausgedehnten Stellungskämpfen des Weltkrieges ist ein derartiges Anstreifen oder Aufschlagen der Geschosse leicht verständlich. Dafür spricht auch der Umstand, daß der Einschuß nur in 41,6%

\*) Diese Krankengeschichtennotizen sind auf Veranlassung des Feldsanitätschefs nach einer von Prof. STUBENRAUCH aufgestellten Anordnung, der das Thema zuerst bearbeiten wollte, gemacht.

und daß der Ausschuß nur in 20% als kalibergroß bezeichnet wird. Diese auffallende Tatsache ist nur dadurch zu erklären, daß einmal durch die langen Wege bei den Längs- und Schiefschüssen Querstellungen im Oberschenkel eingetreten sind, andererseits aber, daß auch ein Teil der Durchschüsse durch außerhalb des Zieles aufgeschlagene Infanteriegeschosse bedingt war. Darauf deutet, daß in 3,3% sämtlicher und in 16,6% der Steckschüsse Geschoßsplitter des Infanteriegeschosses zurückgeblieben waren. Dadurch ist der Beweis erbracht, daß sich im Weltkriege der Charakter der Infanteriegeschößverletzungen verändert hat, insofern durch die vorherrschenden Stellungskämpfe diese zu einem großen Teil nicht mehr gewöhnliche kalibergroße Durchbohrungsschüsse sind, sondern den Charakter der Querschlägerverletzungen angenommen haben. Dadurch wird es auch verständlich, daß die Größe der Wunden bei Steck- und Streifschüssen z. T. als sehr groß, handteller groß, eigroß usw. bezeichnet werden.

Primäre starke Blutungen infolge von Verletzung größerer Gefäße erfolgten in 10,5%. Von Interesse ist es, daß im Gegensatz zu den Granatsplitterweichteilschüssen mit 0,9% Verblutung hier eine Verblutung nur in 0,5% stattfand. Im Gegensatz zu den Granatsplitterverletzungen führten auch nur 9% der Blutung zur Ligatur großer Gefäße. Eine Gangrän trat nur in 4,8% der Blutungen auf, wo Arterie und Vene zerrissen waren. Über das Entstehen eines Aneurysmas ist nicht berichtet worden. Das nimmt zuerst wunder, besagt aber nicht, daß keine Aneurysmen zustande gekommen sind. Denn es ist eine Erfahrungstatsache des Weltkrieges geworden, daß die Aneurysmen bei den kalibergroßen Gewehrscußwunden anfänglich meistens übersehen wurden, und erst später vom Patienten oder vom Arzt zufällig entdeckt wurden. Das trifft besonders für die arteriovenösen Fisteln zu.

Nachblutungen wurden in 0,9% verzeichnet. Es ist bemerkenswert, daß auch in diesen die primäre Blutung infolge der kleinen Hautschußöffnung als nicht bedeutend geschildert wurde.

Nervenverletzungen wurden in 1,9% angetroffen.

Primäre Wundrevisionen waren in 7,7% notwendig, ein Beweis dafür, daß sich die Ärzte den Infanteriegeschößwunden gegenüber auch dann, wenn sie die Kalibergröße überschritten, mit Recht eine Zurückhaltung auferlegten.

Geschoßextraktionen wurden nur in 38% der Steckschüsse vorgenommen, aber nur sekundär, niemals primär, und gewöhnlich nur dann, wenn man die Geschosse durch die Haut fühlen konnte. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß das Geschoß mit wenigen Ausnahmen nicht in einer Abszeßhöhle lag, sondern nur von einer gelblichen, serösen Flüssigkeit umgeben war. Die Inzisionswunde konnte gewöhnlich ohne Schaden durch primäre Naht geschlossen werden. In 2,4% fand sich um das Geschoß exogene Luft.

Über den Heilungsverlauf haben wir einen ganz guten Überblick, da er in 46,9% abgeschlossen war. Von diesen wurden 55,1% = 25,9% sämtlicher Weichteilverletzungen durch Infanteriegeschosse schon im Operationsgebiet dienstfähig, und zwar durchschnittlich in 29,1 Tagen. Diese Zahl ist geringer als die, welche ich im Südwestafrikanischen Kriege feststellen konnte, nämlich 1,47 Monate. Tatsächlich ist die Zahl der Wiederhergestellten natürlich eine viel größere, denn es ist mit Recht anzunehmen, daß ein sehr hoher Prozentsatz der in die Heimat Abtransportierten später wieder dienstfähig wurden. Ob sie tatsächlich die Zahl von 88,6% erreicht hat, wie ich sie für die Südwestafrikakämpfer feststellen konnte, muß bei dem Mangel an zusammenfassender Statistik dahingestellt bleiben. Falsch angewandtes Wohlwollen heimatlicher Lazarette und Drückebergerei werden der schärferen Aushebung infolge von Leutemangel wohl die Wage gehalten haben.

Von besonderem Interesse ist die Frage, ob die Heilung aseptisch bzw. reizlos oder mit Eiterungen erfolgte. In 65,6% (102) war sie reaktionslos bzw. aseptisch, in 34,4% (52) mit Eiterung verknüpft. Das Verhältnis der vollkommenen aseptischen, d. h. der Heilung unter dem Blutschorf zu der reaktionslosen per secundam ist 13,2% zu 86,8%, also ebenfalls ungünstiger als im Südwestafrikanischen Kriege, wo es von C. FRANZ mit 21,1 zu 78,9% ausgerechnet ist. Wahrscheinlich ist die Ursache in den häufigeren Querschlägern und Steckgeschossen des Weltkrieges zu suchen. Die der HILDEBRANDTSchen Behauptung entgegenstehende Berechnung dieses Autors, daß bei der reaktionslosen Heilung die Ausschüsse in 6,5% später zuheilen als die Einschüsse, ist im Weltkriege bestätigt worden.

Schwere Infektionen, Sepsis und Gasödem haben wir von unserem Beobachtungsmaterial 3,3% gehabt, gestorben sind 2,4% (5) und zwar 0,4% an Sepsis (1) und 2% (4) an Gasödem. Erkrankt waren an Gasödem 2,9%.

#### b) Weichteilschüsse des Oberschenkels durch Schrapnell.

Im ganzen 103 Fälle. Von diesen waren 55,9% Steckschüsse und 44,1% Durchschüsse. Diese große Zahl von Durchschüssen spricht dafür, daß die Sprengpunkte der Schrapnelle nicht wie im Russisch-Japanischen Feldzuge so hoch gelegen haben, daß die Schrapnellkugel meistens keine Durchschlagskraft mehr hatte.

Die Einschüsse waren in 61% kalibergroße, d. h. bohnen-, kirsch-, haselnuß-, pfennigstückgroß. Die Ausschüsse in 46,3%. In den anderen Fällen waren sie z. T. größer, z. T. nicht angegeben. Nur einmal ist die Angabe gemacht, daß der Ausschuß kleiner als der Einschuß war. Durch diese Zahlen ist der alte Streit geschlichtet, ob bei Schrapnellkugeln der Ausschuß immer kleiner ist. Es ist also nicht der Fall. Denn gerade der Oberschenkelweichteildurchschuß ist ein gutes Testobjekt, weil die Muskelmasse hier so groß ist, daß sie auf die Kraft der Kugel schon einen Einfluß ausüben und den Ausschuß infolge erhöhter Widerstandskraft der elastischen Haut gegenüber der matten Kugel kleiner machen könnte. Der Einwand, daß die modernen Schrapnelle eine stärkere Sprengkraft als früher haben, dürfte für die Entscheidung dieser Frage nicht in Betracht kommen, da der Prozentsatz der Steckschüsse im Weltkriege auch ungefähr der gleiche wie in früheren war (außer bei den Russen 1904/1905).

Primäre Wundrevisionen wurden nur in 10% ausgeführt.

Aseptische bzw. reizlose eitrige Heilungen fanden in 51,9% statt, Eiterungen mit Entzündungen in 48,1%. Diese Zahlen entsprechen ungefähr den Zahlen von BRENTANO (56%) aus dem Russisch-Japanischen Kriege. 1 mal trat ein Erysipel auf.

Extraktionen wurden nur in 54,7% der Steckschüsse vorgenommen. Einige Male fand sich die Kugel halbiert.

Primäre Blutungen fanden sich in 6,8%; Nachblutungen in 3,9%. Verblutungen fanden nicht statt.

Nervenverletzungen sind in 2,1% aufgeführt.

Abgeschlossene Fälle waren in 29,5% (= 28 Fälle), dienstfähig wurden von ihnen 22,1%. Die Zeit der Wiederherstellung bis zur Dienstfähigkeit betrug durchschnittlich 45 Tage. Schwere Infektionen (Sepsis und Gasödem) finden wir in 7,7%. Von ihnen starben 87,5% = 6,8% sämtlicher Schrapnellweichteilschüsse, und zwar 0,9% an Sepsis und 5,8% an Gasödem.

#### c) Weichteilverletzungen durch Granatsplitter.

Die Granatsplitterverletzungen der Weichteile sind sehr vielgestaltig. Neben den Prellschüssen, bei welchen ein matter Splitter nicht mehr imstande ist, die Haut zu durchschlagen, finden sich Streifschüsse, Durchschüsse und Steckschüsse. Im Gegensatz zu den Gewehrgeschossen und Schrapnellkugeln sind die Streifschüsse



von verschiedenartigem Charakter. Es handelt sich entweder um oberflächliche Furchungsschüsse oder um schwere vielgestaltige Verletzungen, deren Tiefe zuweilen bis zum Knochen reicht. Auch die Breitenausdehnung schwankt sehr nach der Größe des Sprengstückes. So wurden zuweilen Wunden angetroffen, die die Hälfte bis  $\frac{3}{4}$  der Länge oder die ganze Vorder- oder Hinterfläche des Oberschenkels einnehmen. Entweder zeigen sich tiefe Zertrümmerungshöhlen in den Muskeln oder diese hängen in Fetzen oder großen Lappen heraus. Meistens wird dann ihre ausgiebige Beschmutzung mit Erde angegeben. Indessen sind größere Wunden nicht so häufig, wie man denkt. Denn die Durchsicht von 747 Granatsplitter- (bzw. Minen-, Fliegerbomben-, Lufttorpedosplitter-) Weichteilverletzungen ergab, daß in 53,9% die Wunden nur bis zu Fünfmaststückgröße waren und daß sie in etwa 27,3% Erbsen- bis Pfennigstückgröße zeigten.

Das Verhältnis der Streif-, Durch- und Steckschüsse ergibt sich aus folgenden Zahlen: 7,5%; 17,4%; 75,1% sämtlicher Schüsse. Allein es darf nicht vergessen werden, daß der Begriff des Steckschusses eigentlich nur da zu Recht besteht, wo das Geschoß durch das Röntgenbild festgestellt worden ist. Das ist im Felde natürlich nicht immer möglich. Infolgedessen figurieren manche Schüsse als Steckschüsse, und umgekehrt als Streifschüsse, die es nicht waren. Daß die verhältnismäßige Anzahl der Steckschüsse am Oberschenkel größer als an anderen Gliedmaßen ist, ist selbstverständlich. Denn die Dicke der Weichteile bedingt hier manchen Steckschuß, der sonst bei kürzerem Wege zum Durchschuß wird.

Eine andere nicht seltene Eigenart der Granatsplitterverletzung ist die gleichzeitige Verletzung durch vielfache Splitter desselben Geschosses, so daß wir bei einem Verwundeten das Vielfache von Wunden antreffen. Besonders bei den Verletzungen durch Handgranaten und Minen sahen wir oft den Oberschenkel wie übersät mit Wunden. Unter unseren Verwundeten konnte es in 13,4% festgestellt werden. So harmlos diese mehrfachen Verletzungen sind, wenn es sich nur um oberflächliche Einsprengungen in die Haut oder das Unterhautzellgewebe, bzw. die oberflächlichen Muskelschichten handelt, so gefährlich können sie sein, wenn sie in größere Tiefen eindringen. Durch einen winzigen Splitter werden dann Gefäße oder Nerven zerrissen. Von Bedeutung ist ferner der Streuungskegel. Je näher die Flugbahnen der einzelnen Splitter rücken, um so größer sind die Zertrümmerungen der Weichteile. Dabei pflegt die Haut meistens verschiedene Eingangspforten aufzuweisen, und trotzdem zeigt die Muskulatur ausgedehnte Höhlen, in denen sich Blut mit Muskeltrümmern zu einem Brei vergesellschaften. Jedoch ist zu betonen, daß im Gegensatz zu Unterarm und Unterschenkel der Oberschenkel infolge seiner größeren und besser durchbluteten Weichteilmasse und des günstigeren Verhältnisses der Ausdehnung größerer Gefäße zur Gesamtmasse selten zu totaler Gliedgangrän als Folge dieser vielfachen Splitterverletzungen neigt, wenn nicht eine Infektion, namentlich mit anaeroben Bakterien, hinzukommt.

Der Charakter der Granatsplitterwunden am Oberschenkel unterscheidet sich naturgemäß nicht von denen anderer Körperstellen. Wegen der praktischen Wichtigkeit sei hier nur hervorgehoben, daß es durchaus nicht immer leicht ist, von vornherein zu sagen, ob ein Granatsplitter die Verletzung herbeigeführt hat. Linsengroße oder erbsengroße Wunden sehen oft den Gewehrsgeschößwunden vollkommen gleich. Selbst die für den Gewehr- und Schrapnelleinschuß typische, nach 24–48 Stunden in Erscheinung tretende „nekrotische Randzone“ konnte zuweilen ebenfalls wahrgenommen werden. Auch die sonst als für Granatsplitterverletzungen charakteristisch hingestellten zackigen Einkerbungen der Hautwundränder wurden häufig vermißt. Glatte, wie mit einem schneidenden Instrument veranlaßte Wunden trifft man häufig, so daß die Verwechselung mit Stichwunden möglich ist. Das ist selbst oft der Fall, wenn es sich um tiefe Muskelwunden handelt. Gerade die dicken Muskel-

massen des Gesäßes und Oberschenkels lieferten im Weltkriege ein großes Material zur Entscheidung der von SAUERBRUCH aufgeworfenen Frage, daß alle Granatsplitterwunden das spezifische Aussehen des „Gekochtseins“ hätten. Nach derselben Richtung deuten auch die Untersuchungen von MAGNUS, welcher bei Stahlgeschossen mit 500 m Zielgeschwindigkeit einen Wärmezuwachs von  $135^{\circ}$  und an Messingringen und den Resten des kupfernen Führungsringes Schmelzprodukte gefunden hat, die auf Temperaturen von  $850-1084^{\circ}$  schließen lassen. Die Erfahrungen des Weltkrieges haben ergeben, daß dieses Moment der Verbrennung eine Rolle spielen kann, aber nicht immer muß. Tatsächlich sind neben Wunden, die deutlich Zeichen der Verkohlung oder sonstiger Hitzewirkung zeigten, auch gute frische, blutende festgestellt worden. Für den ersteren Umstand sprechen häufige Brandblasen bei Prellschüssen oder in der Nähe von Wunden, wenn der Splitter die Haut vorher gestreift hat. Andererseits ist nicht zu vergessen, daß die Granatsplitter neben der schneidenden eine reißende Komponente haben, welche eine schlechtere Blutversorgung, schnellere Anämisierung und Nekrose bedingen. Diese Beschaffenheit im Verein mit der meistens beträchtlicheren Größe, der dadurch bedingten immer eintretenden sekundären Infektion und mit der primären Erdbeschmutzung infolge des Aufschlagens der Geschosse geben den Splitterwunden die Wahrscheinlichkeit der gefährlicheren Infektion.

Primäre starke Blutungen wurden in 14,9% (112mal) angegeben, also etwas mehr als bei den Weichteilschüssen durch Infanteriegeschosse 10,5% (22 Fälle) und 6,8% (6 Fälle) bei Schrapnellkugeln. In 6,2% der Gefäßverletzungen führten sie zum Verblutungstod, d. h. in 0,9% sämtlicher Granatsplitterweichteilwunden. In 1,9% waren Arterie und Vena femoralis (14mal), in 3,8% (28mal) die Arterie bzw. starke Äste, wie die Profunda oder Zirkumflexa oder die Vene allein betroffen.

Von Interesse ist es, daß diese Gefäßverletzungen aber nur in  $\frac{1}{14}$  der Fälle (3mal) zu Aneurysmenbildungen führten. Und ferner, daß sie in 13,5% (10mal) von ihnen zur Gangrän führten, während das bei den Infanterieweichteilwunden nur in 4,8% (1mal) der Fall war, ein Beweis dafür, welche Rolle bei der Entstehung der Gangrän die größere Wunde und die damit verknüpfte Infektion spielten.

Auf dieselbe Ursache sind wohl auch die häufigeren Nachblutungen bei den Granatsplitterweichteilverletzungen zurückzuführen. Sie verhalten sich wie 1,3% (10mal) bei diesen zu 0,9% bei den Infanteriegeschossen. Daß wir bei den Schrapnellverletzungen 3,9% (4mal) finden, dürfte wohl Zufall sein oder mit der großen Differenz der Ausgangszahlen zusammenhängen.

Nervenverletzungen fanden wir bei den Granatsplitterweichteilwunden ungefähr in gleichem Prozentsatz wie bei den Infanteriegeschosßverletzungen und Schrapnellverletzungen, nämlich 1,9% : 1,2% : 2,1%. Die Differenz ist zu klein, um daraus irgendwelche bindende Schlüsse zu ziehen; auch sind die Ausgangszahlen zu verschieden.

Die Behandlung der Granatsplitterweichteilwunden des Oberschenkels unterschied sich nicht von denen der anderen Körpergegenden. Bei der deutschen Armee ebenso wie bei den feindlichen bildete sich sehr bald ein aktives Vorgehen heraus, das den Hauptwert auf eine primäre chirurgische Wunddesinfektion legte, daneben aber auch einer chemischen Desinfektion weiten Spielraum ließ. Dem Kapitel der Wundbehandlung ist es vorbehalten, die einzelnen Methoden genau zu untersuchen. Hier ist es nur die Aufgabe, festzustellen, inwiefern sie am Oberschenkel Platz gegriffen hat und welche Erfolge damit gezeitigt wurden. Die von uns als Unterlage benutzten Krankengeschichten stammen aus einem Zeitraume des Krieges, wo diese Behandlungsmethode schon allgemein eingeführt war (nämlich aus der zweiten Hälfte des Jahres 1916 und der ersten Hälfte 1917). Gerade die Oberschenkelwunden durch Granatsplitter mußten naturgemäß ein weites Angriffsfeld für sie

ergeben bei der starken Muskelmasse und der Häufigkeit der Steckschüsse. Da ist es von besonderem Interesse, zu erfahren, daß von deutschen Ärzten nur in etwas mehr als einem Viertel sämtlicher Fälle (165:747) die primäre chirurgische Wunddesinfektion gemacht wurde. Der Grund dafür könnte in räumlichem, zeitlichem oder persönlichem Unvermögen gelegen haben. Wahrscheinlicher aber ist, daß das Aussehen der Wunden von dieser Behandlung im schematischen Sinn abgehalten hat, weil sie nicht notwendig erschien. Dieses Vorgehen in der Praxis erscheint natürlich in den meisten Fällen von multiplen Verletzungen, sodann aber auch in denjenigen zahlreichen, bei welchen es sich um erbsen-, linsen- oder pfennigstückgroße Einschüsse handelte. Auch die Anzahl der Splitterentfernungen in den ersten Tagen ist eine auffallend geringe, nämlich nur in einem Drittel der Fälle von Steckschüssen. Es war weise und zeugt von der Einsicht unserer deutschen Ärzte, wenn sie sich zurückhielten, da ihnen genaue Röntgenlokalisationen nicht immer möglich waren.

Zur Entscheidung der Frage, ob dieses Vorgehen vom praktischen Standpunkte aus richtig war, ist die Untersuchung nach den Endergebnissen notwendig. Hier klafft nun eine Lücke, wie sie bei solchen Massenkriegen immer sein werden, und namentlich bei diesem Weltkriege, der den Mangel von gültigen statistischen Zahlen mit sich bringt. Unsere Zahlen sind kleinste Ausschnitte und sie haben zudem noch den Fehler an sich, daß nicht einmal alle berücksichtigten Verwundeten bis zum Ende verfolgt wurden. Immerhin waren  $\frac{1}{3}$  der Fälle abgeschlossen, und in einem großen Teil war die Heilung so weit gefördert, daß man erhebliche Störungen des Wundverlaufes mit Recht nicht mehr annehmen darf. Insofern ist das Resultat anders als bei den Oberschenkelchußfrakturen aufzufassen. Es kommt der Wahrheit viel näher. Zunächst ist festzustellen, daß unter den abgeschlossenen Fällen 36,4% und von sämtlichen Granatsplitterweichteilwunden 11,9% schon in den Sanitätsanstalten der Front und Etappe dienstfähig wurden. Die Heilungsdauer bis zur Dienstfähigkeit beanspruchte durchschnittlich 3—6 Wochen. Die klinische Heilungsdauer war natürlich von kürzerer Zeit, zuweilen schon 8—12 Tage. Hinsichtlich der Wundheilung sind folgende Resultate gefunden: Es heilten aseptisch unter dem Blutschorf 3%. Als reizlos war der Heilungsverlauf in 31,9% sämtlicher Verwundeten bezeichnet. Ausgesprochene Eiterungen mit Komplikationen fanden sich demnach in 65,1% (479 Fälle). Von diesen entfielen, die Toten mit eingerechnet, 17,7% (85) auf schwere Sepsis und Gasödem, und zwar 5,4% (26) auf Sepsis und nicht weniger als 12,3% auf Gasödem. Weniger bösartig waren also unter den Eiterungen 82,3%. Bemerkenswert ist der hohe Prozentsatz von Gasödem, der bei sämtlichen Granatsplitterverletzungen der Weichteile des Oberschenkels in 7,9% vorkam (59 Fälle). Von diesen verliefen tödlich 69,4% (41:59).

Die Bezeichnung „reizlos“ ist natürlich sehr dehnbar und von subjektiven Ansichten stark beeinflusst. Gewiß finden sich darunter Fälle, die auch eine leichte Eiterung durchmachten, welche aber nicht zu Fieber oder zu örtlichen Entzündungserscheinungen oder Abszessen Anlaß gaben. Betont sei jedoch, daß häufig hervorgehoben ist, daß zunächst wohl eine leichte Rötung und Schwellung um den Einschuß bestehen und trotzdem der Verlauf ein reaktionsloser sein konnte. Auch sind ebenso wie bei den Infanterieschüssen in den ersten Tagen leichte Fiebersteigerungen vorgekommen, ohne daß eine manifeste Infektion sich zeigte. Von eminenter praktischer Bedeutung ist die Frage, die nach den Krankenblättern untersucht wurde, ob sich die Durchschüsse hinsichtlich der Infektion anders verhielten als die Steckschüsse. Von vornherein ist man geneigt, anzunehmen, daß die ersteren sehr viel günstiger verlaufen müßten. Denn zunächst bleibt das keimtragende Geschöß nicht im Körper zurück, und dann gewährt die Ausschußöffnung bessere Abflußbedingungen für die etwa mit hereingekommenen Keimen behafteten Sekrete. Es zeigten



sich die überraschenden Tatsachen, daß Steckschüsse sowohl als Durchschüsse prozentual die selbe Zahl von schweren Erkrankungen an Sepsis und Gasödem, nämlich 12,3%, aufwiesen und daß die Durchschüsse nur in 10%, die Steckschüsse in 44,3% einen reizlosen Verlauf nahmen. Diese zweite Feststellung ist so auffallend, daß das, was gegen die Richtigkeit sprechen könnte, in Betracht gezogen werden muß. Da wäre zunächst zu bedenken, daß die Ausgangszahlen nicht die gleichen sind, denn die Zahlen der Steckschüsse sind ein Vielfaches der der Durchschüsse. Sodann aber kann man mit einem gewissen Recht sagen, daß die Zahl von etwa 700 Weichteilschüssen an sich zu gering ist, um ein sicheres Urteil fällen zu dürfen. Allein die Zweifel werden um vieles geringer, wenn sich aus unseren Krankengeschichten eine andere Tatsache ergibt, nämlich daß von den Splittersteckschüssen, in denen die Splitter nicht entfernt wurden, nicht weniger als 27,3% reizlos verliefen, und daß diese Zahl noch größer wird, wenn alle die Splitterentfernungen, welche nicht innerhalb der Inkubationszeit, d. h. also der ersten 12 Stunden, gemacht wurden, und bei denen trotzdem Reaktionslosigkeit bestand, hinzugerechnet werden. Diese Zahl von 27,3% stimmt überraschend mit der Anzahl der erbsen-, linsen- bis pfennigstückgroßen Einschüsse überein (s. S. 223), und somit müssen wir zu dem Schluß kommen, daß das Dogma, nach welchem jeder Granatsplitter eine manifeste Infektion bedingen muß, und daher zu entfernen ist, nicht berechtigt erscheint. Die Praxis des Weltkrieges hat gelehrt, daß kleinste Granatsplitter bis etwa  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  cm Länge und geringerer Dicke durchschnittlich entweder aseptisch einheilen oder keine schwere Infektion bedingen, so daß ihre sofortige Extraktion am Oberschenkel nicht notwendig ist. Zum Teil sind sie keimfrei oder keimarm, zum Teil dringen sie wenig tief ein und machen so wenig umfangreiche Gewebnekrosen, daß sie der Infektion keinen Boden vorbereiten. Indessen darf nicht vergessen werden, daß auch größere Granatsplitter zuweilen oft ganz kleine Einschüsse machen können, wenn sie mit einer Kantenspitze voran eindringen, und daß überall da, wo ein Röntgenapparat vorhanden ist, dieser auch zu Rate gezogen werden soll, bevor die Frage der Unterlassung der chirurgischen primären Wunddesinfektion entschieden wird. Daß die Frage der Infektiosität der Granatsplitter nicht übertrieben werden darf, lehren auch die zahlreichen Krankengeschichten, in denen das Bett auch größerer Splitter selbst nach späterer Entfernung häufig ruhig zugenäht werden kann oder daß sich wider Erwarten um das Geschoß nur wenig Eiter fand, ohne daß Fieber oder eine Reaktion sonst bestand. Nebenbei sei erwähnt, daß in 7% ein deutliches Gasknistern, eine tympanitische Zone um die Geschosse vorhanden war, die nach Extraktion anstandslos heilte. Es handelte sich in ihnen also nicht um Gasödem, sondern um exogene Luft, eine Tatsache, auf welche besonders C. FRANZ das Augenmerk unter Warnung vor einer falschen Diagnose hingelenkt hat.

Gestorben sind von den Granatsplitterweichteilwunden 9,6% (74:747), und zwar an Verblutung 0,9% (7), an Sepsis 3,5% (26) und an Gasödem 5,2% (41). Bemerkenswert ist erstens, daß in einem Drittel dieser Fälle die Wunden eine besondere Größe hatten, nämlich die eines Handtellers und weit darüber, und zweitens, daß in den Fällen von Sepsis und Gasödem 40,3% schwere primäre oder sekundäre Blutungen hatten.

#### d) Allgemeine zusammenfassende Betrachtungen.

Betrachten wir sämtliche Weichteilschüsse ohne Rücksicht auf die Art der Geschosse, so ergeben sich 5,5% Streifschüsse, 35,3% Durchschüsse und 59,2% Steckschüsse. Durch diesen hohen Prozentsatz von Steckschüssen bei Weichteilschüssen ist schon die Eigentümlichkeit des Weltkrieges als Artillerie- und Stellungskrieg ausgedrückt. Primäre starke Blutungen sind in 12,9% der Fälle angegeben. Sie

waren am häufigsten bei den Granatsplittern und am geringsten bei den Schrapnellkugeln. Verblutungen erfolgten in 0,7%, und zwar nur durch Granatsplitter und Gewehrsgeschosse. Die ersteren stellten einen größeren relativen Prozentsatz. Nachblutungen fanden im ganzen in 1,5% statt, und zwar auch bei den Granatsplitterverletzungen häufiger. Gangrän infolge von Gefäßverletzung trat in 1,0% auf, und zwar in 0,8% nach Verletzung und Unterbindung der Arterie und Vene, und nur in 0,2% nach Unterbindung der Arterie allein. Es stellte sich die Gangrän bei Weichteilschüssen nach Verletzung der Femoralis allein bei 33% ein (nach ZUCKERKANDL 31%), während die Verletzung von Arterie und Vene zusammen in 72,7% Gangrän zur Folge hatte. Auch bei der Gangrän entfällt der bei weitem größere Anteil auf die Granatsplitterverletzungen, nämlich  $\frac{9}{10}$ , ein Beweis dafür, wieviel ungünstiger sich die Erhaltung des Gliedes bei gleichzeitiger Gefäßverletzung durch sie stellt.  $\frac{3}{4}$  der Fälle betrafen Verletzungen der Gefäße im oberen Drittel.

Über Aneurysmen finden wir in 0,3% Aufzeichnungen, und zwar nur bei Granatsplitterverletzungen. Doch sei darauf hingewiesen, daß die Aneurysmen häufig anfangs übersehen werden, so daß die tatsächliche Anzahl wahrscheinlich größer ist. Entsprechend der größeren Länge des Oberschenkels und der häufigeren Verletzung entfallen mehr Aneurysmen auf ihn als auf andere Gliedmaßen. Die Aneurysmen des Trigonum scarpae und der Adduktorengegend sind viel schwerer zu übersehen als die der Profunda und ihrer Äste. Es ist natürlich, daß die arteriovenösen Fisteln unter ihnen das größere Kontingent einnahmen, um so eher, als sie häufig die Leistungsfähigkeit kaum beschränkten.

Ich sah einen Infanteristen, der, gleich zu Beginn des Krieges durch einen Infanterieschuß verwundet, 2 Jahre lang im Osten und Westen Bewegungskrieg mit seinen ungeheuren Strapazen, ohne von seinem Leiden etwas zu ahnen, durchgemacht hatte. Bei ihm stellte ich anlässlich einer neuen Infanterieweichteilschußverletzung die Gefäßfistel fest und operierte sie. Ein Offizier, der die ihm bald nach der Verwundung vorgeschlagene Operation abgeschlagen hatte, hatte ebenfalls alles mitgemacht, obwohl es sich bei ihm um keine Fistel, sondern um ein arteriovenöses Aneurysma mit kastaniengroßem Sack gehandelt hatte. Erst die zunehmenden Zirkulationsstörungen und rezidivierende, schwer heilende Geschwüre an den Knöcheln zwangen ihn dazu.

Zu erwähnen sind ferner die seltenen, aber praktisch sehr wichtigen Erscheinungen des „segmentären Gefäßkrampfes“, auf welche KÜTTNER, KROH, FIASSI, VIANNEY u. a. aufmerksam gemacht haben. Ohne daß es zu einer Verletzung der Gefäßwand kommt, stellt sich eine Verengerung bestimmter Abschnitte der Gefäße ein, welche so hochgradig sein kann, daß nicht nur der periphere Puls fehlen, sondern auch das klinische Bild der drohenden Gangrän vorliegen kann. In allen Fällen handelte es sich um ein Trauma der nächsten Nachbarschaft der Gefäße. In der Hälfte der Fälle war eine perforierende Verletzung der benachbarten Vene festgestellt. Während die französische Schule unter LÉRICHE Konstriktionen neurogener Natur annimmt, hält sie KÜTTNER für rein myogener Natur. Resektionen kommen in solchen Fällen nicht in Frage, sondern direkte Massage der Gefäßtaille, heiße Kochsalzirrigation und Heißluftdusche des freigelegten Gefäßes. Auch Atropingaben dürften nützlich sein.

Nervenverletzungen fanden sich in 1,2%, und zwar waren Ischiadikus, Peroneus und Kruralis im Verhältnis von 7:2:1 getroffen. Genaueres über die Gefäß- und Nervenverletzungen bringen die diesbezüglichen Sonderkapitel dieses Werkes. Hier seien nur ganz kurz einige allgemeine Gesichtspunkte angeführt. Abgesehen vom Trigonum scarpae liegen die Arteria und Vena femoralis nicht leicht verletzbar unter der Haut, so daß man annehmen könnte, daß Verblutungen weniger vorkommen. Aber andererseits sind ihre Kaliber und die ihrer Äste sehr viel größer als die der Gefäße der anderen Gliedmaßen. Blutungen aus der Profunda täuschten sehr leicht solche aus der Femoralis vor. Sie waren durchschnittlich schwerer zu

beherrschen, weil wegen der Häufigkeit der Anomalien im Abgang der Profunda die Orientierung schwierig war.

Die Profunda kann dicht unterhalb des Lig. Poupartii aber auch 11 cm tiefer von der Femoralis, entspringen. Gewöhnlich befindet sich der Abgangsort 4–6 cm tiefer. Bald geht sie vom medialen, bald vom lateralen Umfang ab. Die gewöhnlichen Äste sind die 3 Perforantes. Die A. perforans I geht zwischen der Insertion des M. pectineus und dem oberen Rand des Adductor longus nach hinten, die Perforans II entlang dem unteren Rand des Adductor brevis, und der Endast, die Perforans III, über oder unter dem Ansatz des Adductor longus an der Linea aspera. Dadurch, daß auch oft die beiden Circumflexae femoris von ihr abgehen, versorgt die Profunda eigentlich die ganze Oberschenkelmuskulatur.

Infolge des Blutreichtums der Oberschenkelmuskulatur sind denn auch die Blutergüsse und die durch sie bedingten Schwellungen bei den meisten Oberschenkelgeschüssen sehr stark und können leicht entzündliche Infiltrationen vortäuschen. Nicht gar so selten wurden daher von Unkundigen irrtümlich Inzisionen gemacht. Lokale, mit der Hand wahrzunehmende Temperaturerhöhungen gegenüber dem gesunden Beine waren oft ein besseres Unterscheidungsmerkmal als Fieber, welches auch bei nichtinfizierten Hämatomen vorhanden sein kann. Die Hautverfärbungen können mitunter eine so tiefblau-schwarze Verfärbung annehmen, daß der Unkundige an beginnende Gangrän denken kann.

Die Frage der primären chirurgischen Wunddesinfektion bei den Oberschenkelweichteilschüssen bedarf einer besonderen Würdigung:

Die kalibergroßen Infanterie- und Schrapnellschüsse, sowie die linsen- bis erbsengroßen Granatsplittersteck- und -durchschüsse bedürfen durchschnittlich einer primären chirurgischen Wunddesinfektion nicht, weil sie gemeinhin einer aseptischen oder reizlosen Heilung unterliegen. Alle größeren Wunden sind ihr zu unterziehen, indem der Operateur schrittweise von der Oberfläche in die Tiefe geht. Ein häufiger Wechsel der Instrumente ist notwendig, damit die Infektion nicht durch sie von der Oberfläche in die Tiefe gebracht wird. Die quere Spaltung der Faszie hat sich derjenigen in der Längsrichtung als überlegen erwiesen, weil die letztere erfahrungsgemäß weniger klafft. Wie weit die Revision dringen muß, hängt von dem jeweiligen Zerstörungscharakter und dem Entzündungsbild der einzelnen Schicht ab.

Ob eine Revision oder Exzision im Gesunden, wie sie namentlich von SAUERBRUCH, KROH u. a. gewünscht ist, stattfinden muß, hängt einmal von dem Zeitpunkt, sodann aber von dem anatomischen Verlauf des Schußkanals ab. Wenn der Verletzte später als höchstens 12 Stunden, also nach der Inkubationszeit, in die Hände des Arztes kommt, dann ist eine Exzision an sich widersinnig. Denn dann hat die Infektion das Wundgebiet bereits überschritten. Ja selbst diese Zeitspanne dürfte nach den Untersuchungen SCHÖNES oft schon zu groß sein, da die Infektion bereits nach 3 Stunden Platz greifen kann. Von nicht minderem Belang ist die anatomische Lage des Schußkanals gerade am Oberschenkel. Längs-, Schief- und bestimmte Querschüsse, namentlich im oberen Drittel, kommen für die Exzision kaum in Frage. Die von manchen Chirurgen ausgeführten gewaltigen Ausschälungen, die einer Geschwulstexstirpation gleich vorgenommen waren, bekämpfen wohl meistens die Infektion radikal, aber die funktionellen Folgen dürften für das Individuum denn doch nicht gering anzuschlagen sein. Bei langen und schiefen Weichteildurchschüssen mit großen Zertrümmerungshöhlen werden totale Exzisionen sich daher meistens verbieten, während partielle Exzisionen einzelner Schußkanalteile sehr wohl in Betracht zu ziehen sind.

Gesetz sei es aber, um so radikaler vorzugehen, je größer die Wunden sind. Denn, wie wir oben gesehen haben, steigert sich mit ihnen die Häufigkeit der lebensgefährlichen Infektionen, wobei primäre und sekundäre Infektion ungefähr die gleiche Rolle spielen. Ja, bei ganz großen tiefen Wunden, welche überhandgroß sind, ist die Erwägung der primären Amputation durchaus berechtigt, wenn ein



Hauptgefäß mitverletzt war oder der Patient sehr ausgeblutet ist oder, was im Weltkriege bei uns allerdings verhältnismäßig selten war, der Verwundete tagelang unverbunden auf dem Schlachtfeld gelegen hat und in einem verdursteten oder verhungerten Zustande in die ärztliche Hilfe kommt. In den ersten beiden Fällen leistet mangelhafte Blutversorgung der schweren Infektion Vorschub, im letzten besteht die Infektion schon, meistens als Vergesellschaftung von primärer und sekundärer, und zwar in einem Körper, der zu ihrer Überwindung nicht mehr die genügenden Kräfte aufbringt.

Der Gedanke der primären Wundnaht nach der Exzision ist im Weltkriege als eine Neuheit in der Wundbehandlung hinzugekommen. Wir finden ihn bei uns Deutschen (HUFSCMID, ECKERT, FREUND, BARANY, KAERGER, WITT, DOENITZ, KLAPP) ebenso wie bei den Franzosen (NIMIER, BAZY, GAUDIER), den Engländern (BOWLBY und HINTON) und den Italienern (DURANTE, ZUCCARI). Früher ein Kunstfehler, erscheint er durchaus folgerichtig, wenn die Exzision innerhalb der ersten 6 Stunden nach der Verletzung vorgenommen wird, d. h. zu einer Zeit, wo nach den Untersuchungen FRIEDRICHS und der Franzosen POLICARD, DESPLAS und PHÉLIP die Infektionskeime in der Wunde selbst ihre unheilvolle Tätigkeit noch nicht sichtbar begonnen haben. Seine Ausführung hängt aber zweitens auch von der Größe der Wunde ab. Sie darf nicht zu tief und nicht zu breit sein, damit tote Räume und jede Spannung vermieden wird. Die Erfahrung hat gezeigt, daß sie praktisch nicht oft, unter unseren Fällen in etwa 5,4% der Fälle von Exzision, angewandt ist. Auch dann wurde als Sicherheitsventil meistens noch ein Jodoformgazetampon oder ein Drän in die Tiefe eingeführt. Trotzdem wurde ihre Lösung in den nächsten Tagen zuweilen notwendig. Auf keinen Fall darf die Naht eine enge, wie bei der gewöhnlichen Hautnaht, sein. Immerhin bleibt sie ein Wagnis, welches nur unter der Voraussetzung unternommen werden darf, daß der Verletzte mindestens die nächsten 8 Tage in der Hand des Operateurs bleibt und nicht auf Transporten aus einer in die andere Hand wandert.

Die chemische Desinfektion hat im Weltkriege eine ausgedehnte Anwendung gefunden. Jodtinktur, Jodoform, Jodoformäther, Jodoformparaffin, Karbolsäure, Sublimat, Perubalsam und Terpentinöl waren die alten Mittel. Zu ihnen traten neben anderen vor allem auf deutscher Seite das Vuzin (Isoktylhydrokuprein), und das Pyoktanium caeruleum, bei unseren Gegnern die Carrel-Dakinsche Hypophosphitlösung und die Kochsalzzitratlösung von Wright (5% NaCl und  $\frac{1}{2}$  Natriumzitat). Es ist selbstverständlich, daß alle diejenigen Mittel, welche die Sekretion anregen oder eine Koagulation bewirken, überall da nicht in Frage kommen können, wo man die Möglichkeit einer primären Naht gegeben sieht. Neben Jodoformpräparaten kommen hierfür nur die Vuzintiefentherapie KLAPPS und die Hypophosphitlösung Carrel-Dakins in Frage. Beide Präparate haben für den Feldgebrauch den Nachteil, daß sie immer frisch zubereitet sein müssen. Dazu kommt bei der Vuzinbehandlung der praktisch störende Umstand, daß nicht alle Ärzte mit der Technik dieser Injektionen in das umgebende Gewebe vertraut sind, und daß sie sehr viel Zeit erfordert, was bei Massenzustrom von Verwundeten ihre Anwendung praktisch unmöglich macht. Auch ist, nach den Untersuchungen von SCHÖNE und FROMME, die Infiltration an sich nicht ganz harmlos und das Mittel für die Lebensfähigkeit der Zellen nicht ganz unschädlich, so daß der Gedanke berechtigt erscheint, sie nur dann anzuwenden, wenn die Exzision frühzeitig genug und in sicher lebensfähigem Gewebe gemacht ist.

Da das Vuzin erst 1917 zur vermehrten Anwendung, und auch nur in beschränktem Maße, kam, so ist ein endgültiges Urteil über die Wirksamkeit nicht zu fällen. Bei richtiger Anwendung hat die Tiefenantisepsis mit ihm bei vielen Oberschenkelweichteilschüssen sehr gute Erfolge gehabt. Die günstigen Resultate der CARREL-DAKINSchen Lösung sind sowohl von den Feinden als auch bei uns rühmend

genannt. Von den älteren Mitteln wurde namentlich zur Reinigung breiter tiefer Wunden der Perubalsam allgemein gelobt.

Im Gegensatz zur primären Naht ist indessen der sekundären gerade bei Oberschenkelweichteilschüssen ein sehr großer Spielraum zu geben. Es scheint, als wenn hiervon überhaupt viel zu wenig Gebrauch gemacht worden ist. Auf deutscher Seite war es sicher nach meinen Erfahrungen der Fall. Nur zu häufig überließ man die Wunde der sekundären Heilung, ohne daran zu denken, sie frühzeitig zu schließen oder doch zum mindesten zu verkleinern. Dadurch wurde die Heilungsdauer über die Gebühr verzögert, und die Patienten bekamen oft Narben, die zu unangenehmen Folgezuständen führten. Auch wurden dadurch mehr Leute später oder überhaupt nicht militärdienstfähig, als es unbedingt nötig gewesen wäre. Die englischen Chirurgen (BOWLBY, HINTON) empfehlen besonders die sogenannte verzögerte primäre Wundnaht, d. h. die Naht nach einmaliger oder mehrmaliger Gazetamponade. Der 3. Tag wird von den Engländern für der geeignetste gehalten. Hierzu darf bemerkt werden, daß nach unseren Erfahrungen die sekundäre Naht dann die besten Aussichten gibt, wenn man sie nach Entfernung der ersten Gazetamponade anschließen kann: Das ist möglich, wenn die Wundflächen gut bluten und kein eitriges Sekret enthalten. Deswegen hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, die ersten Tampons, wenn es geht, etwa 5—7 Tage liegen zu lassen. Einer Anfrischung der Wundränder bedarf es dann nicht. Jede erneute Tamponade vermehrt die Gefahr der sekundären Infektion, und die Sekretion nimmt gewöhnlich mit dem Alter der Wunde zunächst zu. Da wo ein vollkommen sekundärer Wundverschluß nicht gemacht wird, ist oft von der etappenweisen Naht mit Erfolg Gebrauch gemacht worden.

Bei den größeren Wunden, bei welchen ein Nahtverschluß nicht in Frage kommt, ist leider zu wenig der Gedanke festgehalten worden, die Verkleinerung möglichst frühzeitig anzustreben. Als zweckmäßig hat es sich dabei erwiesen und scheint auf der Feindseite mehr als bei uns angewandt worden zu sein, durch regelmäßige Desinfektion, namentlich mit Hypophosphitlösung die Wunde zu sterilisieren oder keimärmer zu machen. THIERSCHSche Transplantationen führen weniger oft zum Ziel als einfache plastische Hautverschiebungen. Bei besonders großen Wundflächen mit schlechter Heilungstendenz hat sich das Verfahren der „Teilung der Wundfläche“ nach SPRENGEL sehr bewährt.

Man schneidet die Granulationen in der Mitte der Wunde von einem Wundrand zum andern in einer Breite von 2—3 cm fort und deckt diesen Streifen durch gestielte Hautlappen von beiden Seiten. Von ihnen wächst nun neues Epithel auf die „geteilte Wundfläche“.

Durch dieses Vorgehen der Ärzte kann die lange Heilungsdauer, die Monate, ja 1—1½ Jahre beanspruchen kann, erheblich abgekürzt werden und zu besseren Resultaten führen. Die Oberschenkelweichteilwunden verhalten sich zwar in dieser Beziehung günstiger als die des Unterschenkels. Allein auch sie leiden unter den ungünstigeren Blut- und Lymphzirkulationsverhältnissen der unteren Extremität, welche sich bemerkbar machen, sobald der Patient aufsteht. Je länger die Wunde offen bleibt, um so derber werden nicht nur die Hautnarben, sondern die des Unterhautzellgewebes und vor allem der Muskeln.

Glatte Gewehrschüsse hinterlassen in den Muskeln gewöhnlich keine die Funktion beeinträchtigenden Narben. Nur zuweilen sieht man bei Muskelkontraktionen belanglose trichterförmige Narben. Atrophien sind anfangs gewöhnlich durch Inaktivität bedingt. Länger bestehende müssen bei guter Funktion auf Einflüsse von Nervenschädigungen zurückgeführt werden. Muskelhernien nach Verlust von größeren Stücken der Fascia lata wurden selten beobachtet, eine Erfahrung, die auch von den zahlreichen freien Transplantationen der Fascia lata her bekannt war. Tiefe breite Muskelnarben sind aber immer von störendem Einfluß. Man war bei ihren Exzisionen immer von neuem erstaunt über ihre ungeahnte Ausdehnung. Jedenfalls

ist es notwendig, um Kontrakturen zu vermeiden, dem Gliede die richtige Stellung zu geben. Es ist unpraktisch, das Glied im weiteren Verlauf dauernd in diejenige Stellung zu bringen, bei welcher die Muskelstümpfe einander genähert werden. Denn wenn nun eine Vernarbung in dieser Lage eintritt, so wird der Muskel zu kurz und erlaubt dem Antagonisten nicht die Überführung in die von ihnen diktierte Stellung. Das ist namentlich an den Extensoren und Flexoren des Oberschenkels wichtig. Sehr unangenehme Beugekontrakturen habe ich zuweilen bei vereiterten Aneurysmaoperationen der Poplitea gesehen. Um Kontrakturen vorzubeugen, müssen die Fixationen regelmäßig in veränderten Gelenkstellungen angelegt werden. Heiße protrahierte Bäder bzw. Kataplasmen sind frühzeitig anzuwenden. Orthopädische Maßnahmen dürfen jedenfalls nicht, wie es so oft geschehen, erst dann angewandt werden, wenn die Wunden geschlossen sind oder sich der endgültigen Vernarbung nähern. Wenn im Falle dieser Versäumnis Kontrakturen eingetreten waren, dann wurden oft dadurch, daß Querexzisionen der Muskelnarben vorgenommen, die Muskelstümpfe von der Unterlage gelockert und Faszienlappen dazwischen geschaltet wurden, Besserungen erzielt.

Hinsichtlich der primären Geschoßextraktionen hat sich gerade am Oberschenkel ein längeres Herumsuchen als unpraktisch und gefährlich herausgestellt. Namentlich ist ein bohrendes Suchen mit dem Finger bei Gelegenheit der ersten Wundrevision durchaus zu verwerfen. Röntgenlokalisationen sind anzustreben. Die Infektionsgefahr von steckenbleibenden Infanteriegeschossen und den kleinen erbsen- bis 1 cm großen Granatsplittern hat sich praktisch als nicht gefährlich herausgestellt (s. S. 226). Schrapnellkugeln und größere Granatsplitter sind dagegen nach Röntgenfeststellung besser möglichst bald zu entfernen.

Verlauf und Ausgang. Aseptisch, d. h. unter dem Wundschorf heilten von den Weichteilschüssen 4,5% (37), reizlos 45,0% (370). Mit Eiterungen verliefen 38,2% (315); mit schweren Infektionen wie Sepsis und Gasödem 12,1% (100). Die Unterscheidung zwischen „reizlos“ und „infiziert“ ist nach den Gesichtspunkten von MARWEDEL vorgenommen. Als reizlos wurden alle diejenigen Wunden bezeichnet, welche ohne Fieber, Entzündung und Abszesse verliefen. Darauf, daß eine ganze Reihe von Fällen, welche lokal ohne Entzündungserscheinungen verlaufen, in den ersten Tagen nach der Verwundung leicht Temperatursteigerungen haben, ist schon oben hingewiesen. Diese wurden von uns auch als reizlos betrachtet. MARWEDEL trennt nun wieder die leicht von den schwer infizierten, indem er unter die ersten alle diejenigen rechnet, welche in 3 Tagen höchstens bei einfachen Maßnahmen ohne operativen Eingriff zur Norm zurückkehrten. Diese Trennung war mir bei der Ungleichheit des Inhaltes der Krankengeschichten nicht möglich, und so wurden unter schwer infiziert die tödlichen Fälle von Sepsis und sämtliche Gasödemfälle aufgezählt. Eine andere genaue Definition der „schweren Infektion“ scheiterte an einem äußern Grund, namentlich dem Fehlen von Fiebertafeln in zahlreichen Krankengeschichten. Es wurden ferner nur die tödlichen Fälle als Sepsis gezählt, weil bei den anderen ohne Blutuntersuchung die Diagnose nicht sicher stand. Insofern sind Unterschiede mit der MARWEDELSchen Statistik (s. S. 232) natürlich.

Der Vergleich beider Tabellen zeigt zunächst eine fast vollständige Übereinstimmung hinsichtlich der reizlosen Heilungen bei den Infanterieschüssen, aber große Unterschiede hinsichtlich der reizlosen Heilungen und Infektionen bei den Granatsplitter- und Schrapnellwunden, und vor allen Dingen bei den Toten. Das kann einmal an dem späteren Zeittermin meiner Tabelle liegen, ist wohl aber in der Hauptsache auf die größeren Ausgangszahlen meines Materials zurückzuführen. Bemerkenswert ist der Vergleich der Durch- und Steckschüsse der Granatsplitter. In dieser Hinsicht sei auf das auf S. 226 Gesagte hingewiesen. Den Zahlen MARWEDELS dürfte wegen ihrer Kleinheit gegenüber den meinigen der geringere Wert hinsichtlich der Schlußfolgerungen beizumessen sein.



## MARWEDELS Statistik über Weichteilschüsse des Oberschenkels.

	Zahl	Reizlos	Infiziert %	Leicht %	Schwer %	† %
Infanterie-Durchschuß	65	49	16 = 24,6	5 = 7,6	11 = 16,9	--
Steckschuß	20	8	12 = 60	8 = 40	4 = 20	--
Zusammen	85	57	28 = 32,9	13 = 15,2	15 = 17,6	--
Granat-Durchschuß	12	1	11 = 91,6	7 = 58,3	4 = 33,3	--
Steckschuß	23	8	15 = 65,2	6 = 26	9 = 39,1	1 = 4,3
Zusammen	35	9	26 = 74,2	13 = 37,1	13 = 37,1	1 = 2,8
Schrapnell-Durchsch.	8	8	--	--	--	--
Steckschuß	6	2	4 = 66,6	1 = 16,6	3 = 50	1 = 16,6
Zusammen	14	10	4 = 28,5	1 = 7,1	3 = 21,4	1 = 7,1
Gesamt: Durchschuß	85	58	27 = 31,7	12 = 14,1	15 = 17,6	--
Steckschuß	52	21	31 = 59,6	15 = 28,8	16 = 30,7	2 = 3,8
Zusammen	137	79	58 = 42,3	27 = 19,7	31 = 22,6	2 = 1,4

## FRANZSCHE Statistik über Weichteilschüsse des Oberschenkels.

Infanterie: Zusammen	209	102 = 65,6	52 = 34,4	45 = 29,8	7 = 4,6	5 = 2,4
Granat: Zusammen	747	268 = 34,9	479 = 65,1	349 = 47,4	130 = 17,7	85 = 9,6
Schrapnell: Zusammen	103	53 = 51,9	50 = 48,1	45 = 43,5	5 = 4,6	7 = 6,8

Von besonderem Interesse ist nun die Ziffer der tödlichen Sepsis- und sämtlicher Gasödemfälle. An Sepsis starben von den Oberschenkelweichteilschüssen insgesamt 2,8%, und zwar 0,4% der Infanterie-, 0,9% der Schrapnell- und 3,5% der Granatsplitterschüsse. An Gasödem erkrankten 6,5% (71), und von ihnen starben (50) 4,5%, d. h. also es starben 70,4% der an Gasödem erkrankten Weichteilschüsse. Auf die Geschoßarten verteilt erkrankten von den Infanterieschüssen 2,9%, von den Schrapnellschüssen 5,8% und von den Granatsplitterschüssen 7,9%. Wir sehen also hieraus für die schweren Infektionen eine aufsteigende Stufenleiter von den Infanterieschüssen zu den Granatsplitterschüssen. Über die Einzelheiten, betreffend die Sepsis und das Gasödem bei den Oberschenkelschüssen s. S. 258 ff. und S. 262 ff. und S. 290 ff. Amputiert wurden und blieben am Leben 1,4% (15mal wegen Gangrän nach Gefäßverletzung und 4mal wegen Gasödem).

Gestorben sind von den 1092 Weichteilschüssen in den Sanitätsformationen des Operationsgebietes 7,9% (77), und zwar an Verblutung 0,7%, an Sepsis 2,8%, an Gasödem usw. 4,5%. Vergleichen wir diese Zahlen mit denen von 1870/71, in denen die Mortalität 10,2% (nach Abzug der an inneren Krankheiten Gestorbenen, die bei uns nicht berücksichtigt wurden) betrug, so erscheint das Verhältnis sehr viel günstiger. Das ist dadurch bedingt, daß damals nicht weniger als 2,7% an Tetanus starben, woraus deutlich der Vorteil unserer prophylaktischen Tetanusschutzimpfung erhellt. Denn unter allen unseren Weichteilschüssen fand sich nicht ein Tetanuskranker. Andererseits starben an anderen Wundinfektionskrankheiten mehr, nämlich 7,3% : 4,4% im Jahre 1870/71, was fraglos auf die häufigere Erdinfektion (Gasödem) zurückzuführen ist. Erfreulich ist die viel geringere Anzahl von Nachblutungen, nämlich 1,2% : 8,5%, welche im Weltkriege in 0,5%, im Jahre 1870/71 in 3,9% zum Tode führten. Sie ist ein Beweis für die bessere chirurgische Schulung unserer Ärzte, welche primäre Blutungen und Sepsis sachgerechter angreifen ließ. Diese Schlußfolgerungen aus den Vergleichszahlen sind deswegen berechtigt, weil die Ausgangszahlen ungefähr gleich sind.

Felddienstfähig wurden von den Weichteilschüssen in den Sanitätsformationen des Feldheeres 15,5%, und zwar von den Infanterieschüssen 25,9%, von den Schrapnellschüssen 22,1% und von Granatsplitterverletzungen 11,9%. Leider liegen zur Zeit noch nicht Unterlagen vor, welche uns Angaben über die in der Heimat zur Dienstfähigkeit Wiederhergestellten ermöglichen.

### C. Knochenschüsse des Oberschenkels.

Weil der Oberschenkelknochen der längste und stärkste Knochen aller Gliedmaßen ist, also die absolut größte Trefffläche hat, ist es selbstverständlich, daß er bei sonst gleichen Verhältnissen auch die meisten Verletzungen aufweisen muß. In den früheren Kriegen, in denen die Gewehrgechoßverletzungen eine größere Rolle spielten, konnten Deckungen die unteren Gliedmaßen besser schützen. Und trotzdem entfielen auf sie schon im Jahre 1870/71 mehr Knochenschüsse als auf die oberen



Abb. 75.

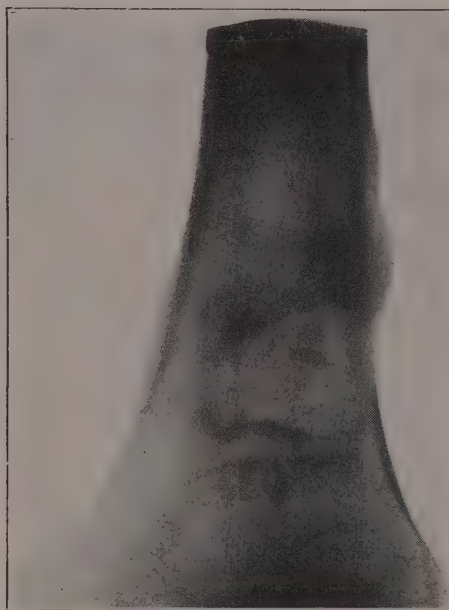


Abb. 76.

Abb. 75 u. 76. Alter Rinnenschuß im unteren Drittel durch Infanteriegeschö. Erst die frontale Röntgenaufnahme gibt Aufschluß über den wahren Charakter des Rinnenschusses.

Die anfängliche blande Kniegelenkeiterung heilt mit Versteifung aus.

(Aus Fortschritten der Röntgenstrahlen, Erg.-Bd. VII, Tafel XIV.)

Gliedmaßen. Im Weltkriege, wo die überwiegenden Artilleriegeschosse infolge ihrer Explosion sämtliche Körpergegenden auch trotz der Deckungen gleichmäßig gefährdeten, wird das Gesetz der Trefffläche sich am Oberschenkel sicherlich noch mehr bemerkbar gemacht haben. Eine allgemeine Statistik liegt noch nicht vor. Wir hatten zur Beurteilung der Frage, wie sich die Knochenschüsse auf die Weichteilschüsse verteilen, 1803 Krankengeschichten aus derselben Berichtszeit und denselben vordern Sanitätsformationen zur Verfügung. Aus diesen berechnet sich der Prozentsatz an Frakturen (712 Fälle) mit 39,5%. Darauf, daß er sich aber wahrscheinlich niedriger stellen wird, ist bereits auf S. 220 hingewiesen. Die Erklärung für diesen geringeren Prozentsatz im Weltkriege\*) liegt in den zahlreichen oberflächlichen Verletzungen durch Granat-, Minen- und Handgranatensplitter.

\*) 1870/71 betrug der Prozentsatz an Frakturen 61,2% aller nachgewiesenen und 20,2% sämtlicher mutmaßlichen Oberschenkelwunden.

Auf die Geschoßarten verteilen sich 652 Fälle, in denen sie angegeben waren, wie folgt: 157 = 23% auf Infanteriegeschosse, 58 = 8,9% auf Schrapnell- und 437 = 68,1% auf Granatsplitter. Von ihnen waren insgesamt 48,3% Steckschüsse, 48,7% Durchschüsse und 3% Streifschüsse.

#### a) Art der Knochen- und Weichteilverletzungen.

Es sind zu unterscheiden diejenigen ohne Aufhebung und diejenigen mit Aufhebung der Kontinuität.

Bei ersteren haben wir zunächst die Streifschüsse. Wir finden hier die verschiedensten Formen von Abstreifungen des Periostes und den leichten Impressionen, den leichten Auszählungen und geringen Absplitterungen bis zu den typischen Rinnen-

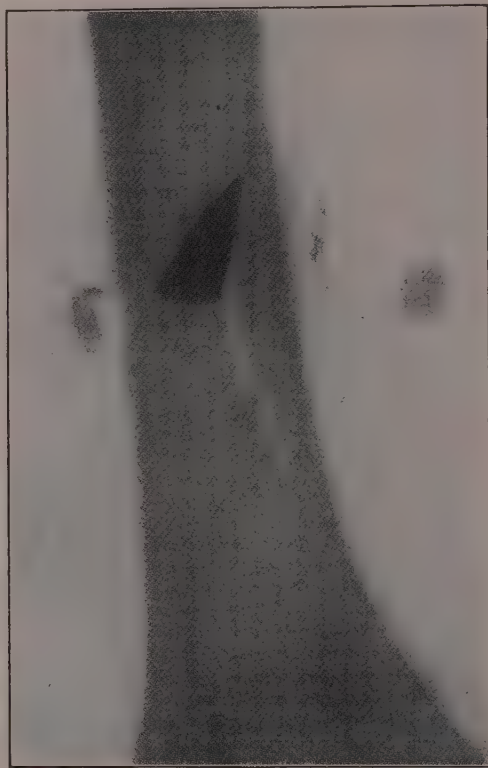
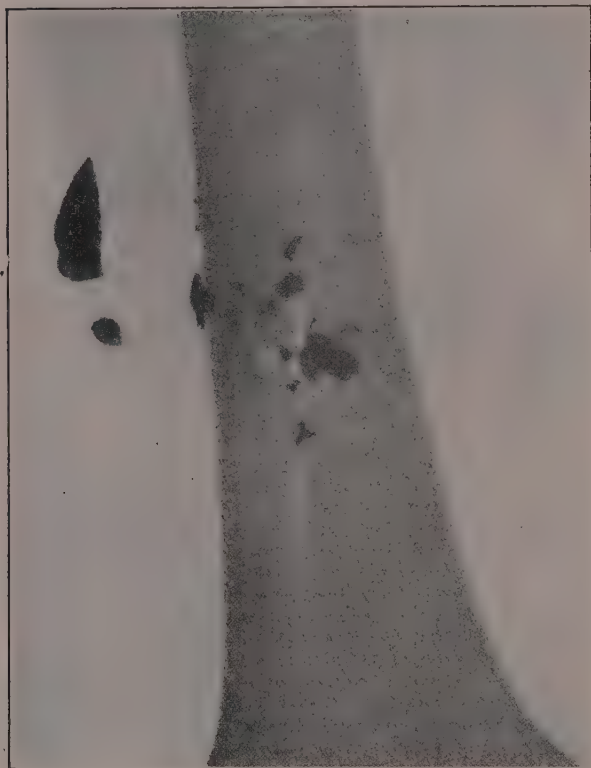


Abb. 77.

Abb. 78.

Abb. 77 u. 78. Feine Fissurenbildung ohne klinische Fraktur durch russisches Infanteriegeschoss. Die Deformierung betrifft hauptsächlich den Boden des Geschosses.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

schüssen (Abb. 75 u. 76). Oft gehen von hier aus aber Sprünge in die Knochensubstanz hinein. Zuweilen vertiefen sich diese bis zum einfachen Quer- oder Schrägbruch. Auch feine Fissurenbildung durch matte Geschosse ist beobachtet worden (s. Abb. 77 u. 78).

Sehr viel häufiger kamen im Weltkriege Lochschüsse zustande. Der Prädispositionsart derselben sind die Epiphysen und die Metaphysen, weil sie spongiöse Substanz enthalten (s. Abb. 79). Es kommen hier in Frage das Caput, Collum, die Trochantergegend, die untere Meta- und Epiphyse. Lochschüsse in der Diaphysengegend sind an unserem Material nur 2mal im Weltkriege am Oberschenkel durch kleinste Granatsplitter nachgewiesen worden. Aber auch von den Lochschüssen gingen meistens mehr oder minder starke Sprünge in die Knochensubstanz, oder es traten Absplitterungen ein, wenn das Geschoss nicht die Mitte des Knochens, sondern seine Randpartien getroffen hatte.



Einen nicht geringen Spielraum nahmen die Knochensteckschüsse ein. Während die Infanteriegeschosse und Schrapnellkugeln die massigeren, spongiosahaltigen Teile, die Epi- und Metaphysen bevorzugten, fanden sich kleine Granatsplitter auch in den Diaphysen steckengeblieben. Zum Teil bildeten sie vollkommen harmlose Einschüsse, zum Teil waren sie der Ausgangspunkt von Eiterungen verschiedener Gefährlichkeit. Fissuren und Absplitterungen begleiteten auch diese Steckschüsse häufig.

Die Formen der Frakturen mit Aufhebung der Kontinuität waren sehr vielgestaltig. Quer-, Schräg-, Spiral- und Zertrümmerungs- oder Splitterfrakturen waren

alle vertreten, wobei bemerkt sei, daß auch die ersten 3 Formen häufig mehr mindergroße Splitter zeigten. Zuweilen bestand kein Unterschied gegenüber gewöhnlichen Friedensfrakturen. Sämtliche Formen fanden sich bei allen Geschosarten, wie es schon durch die Schießversuche der Medizinalabteilung des preußischen Kriegsministeriums festgestellt war. Auch der Splitterbruch mit allen Abarten, von der typischen Schmetterlingsfraktur bis zur totalen Zertrümmerung, fand sich nicht nur bei dem auf die Mitte der Diaphyse auftreffenden Infanteriegeschos, sondern auch bei der Schrapnellkugel und dem Granatsplitter. Die Abb. 80—90 geben darüber Aufschluß. Nur kann man sagen, daß die Zerteilung in kleinste Splitter doch dem Infanteriegeschos eigentümlich war. Das Artilleriegeschos und die Schrapnellkugel verursachten gewöhnlich größere Splitter. Überhaupt herrschten die Splitterbrüche beim Infanteriegeschos bei weitem vor. So wurden aus unserem Material berechnet 72,7% Splitterbrüche und 27,3% Quer- oder Schrägbrüche bei Infanterieschüssen, 50% Splitterbrüche und 50% Quer- oder Schrägbrüche bei Schrapnellkugeln und 59,4% Splitterbrüche und 40,6% Quer- oder Schrägbrüche bei Granatsplittern. Die Zonen der Zersplitterung waren verschieden groß. Der typische feinsplitterige Zertrümmerungsbruch durch das Infanteriegeschos entsprach unseren alten Erfahrungen der Schießversuche in seiner Ausdehnung, die durchschnittlich 12 cm betrug. Hingewiesen sei an dieser Stelle auf das früher von FRANZ gefundene Gesetz, daß die Splitterungszonen beim Infanteriegeschos



Abb. 79. Löchschuß durch russisches Infanteriegeschos aus unbekannter Entfernung. Klinisch keine Fraktur.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

Splinter. Überhaupt herrschten die Splitterbrüche beim Infanteriegeschos bei weitem vor. So wurden aus unserem Material berechnet 72,7% Splitterbrüche und 27,3% Quer- oder Schrägbrüche bei Infanterieschüssen, 50% Splitterbrüche und 50% Quer- oder Schrägbrüche bei Schrapnellkugeln und 59,4% Splitterbrüche und 40,6% Quer- oder Schrägbrüche bei Granatsplittern. Die Zonen der Zersplitterung waren verschieden groß. Der typische feinsplitterige Zertrümmerungsbruch durch das Infanteriegeschos entsprach unseren alten Erfahrungen der Schießversuche in seiner Ausdehnung, die durchschnittlich 12 cm betrug. Hingewiesen sei an dieser Stelle auf das früher von FRANZ gefundene Gesetz, daß die Splitterungszonen beim Infanteriegeschos

in allen Distanzen mit Ausnahme der ersten 50 m fast genau dieselbe Ausdehnung haben. Diese Tatsache war der Mehrzahl der Feldärzte nicht bekannt. Sie glaubten daher irrtümlicherweise, aus der größeren Zertrümmerung immer auf einen Nahschuß schließen zu müssen. Die Splitterungszonen pflegten überall da, wo es sich um grobe Splitterung handelt, länger zu sein, und sie waren ebenfalls, analog den Schießversuchen, durchschnittlich länger bei den Tangential- und Rinnenschüssen als bei den Volltreffern.

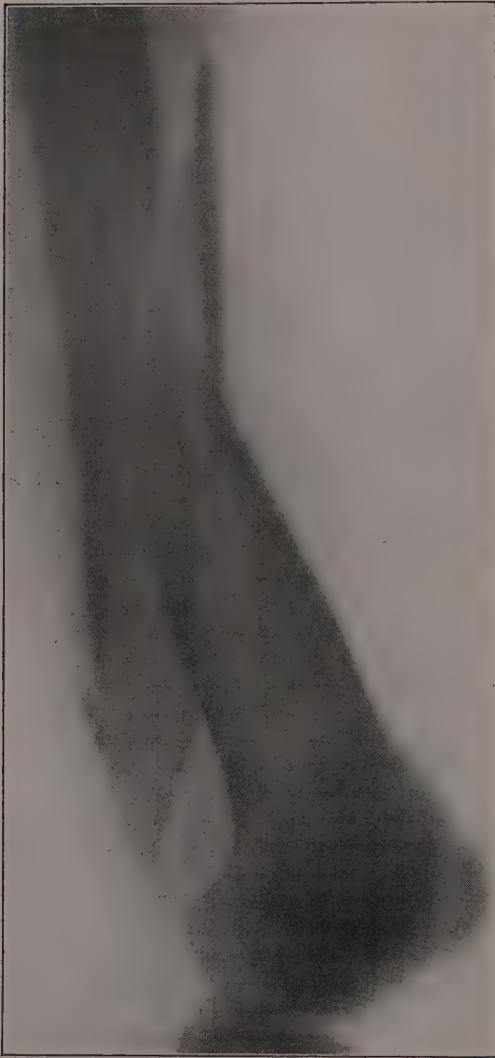


Abb. 80.

Schußfraktur mit grober Splitterung, ähnlich einer Friedensfraktur durch Infanteriegeschöß.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

In einigen Fällen wurden die Splitter zunächst noch gut von dem erhaltenen Periost zusammengefaßt. Denn nur dadurch sind die sonst dunklen Fälle erklärt, wo die Verwundeten angaben, daß sie zunächst noch einen Augenblick hätten stehen oder sogar gehen können (auch unter unserem Beobachtungsmaterial findet sich ein solcher Fall), und wo man dann später eine Fraktur fand, und ferner diejenigen Fälle, wo von gewissenhaften Ärzten zunächst ein Knochenbruch nicht diagnostiziert werden konnte, und dann trotz Bettlage, aber ohne Schienung nach einigen Tagen eine Fraktur manifest wurde. Auf das Erhaltensein des Periostes sind wohl auch manche der überraschend schnellen Heilungen bei den Frakturen zurückzuführen. Solche Fälle sind nach unserer Kenntnis nur am Oberschenkel beobachtet und wohl der guten Schienung und Ernährung durch das am Oberschenkel mächtige Weichteilpolster mit zuzuschreiben.

Weiter als die Splitterungen dehnen sich natürlich die Fissuren aus. Sie können sich fast über die ganze Länge des Knochens erstrecken. Bis ins benachbarte Gelenk reichende Sprünge waren bei den Frakturen des oberen und unteren Drittels ein häufiges Vorkommnis; sie kamen aber auch bei Frakturen des mittleren Drittels vor. Ihre Bedeutung für die Prognose der Fraktur ist einleuchtend. Von Interesse ist es, daß in 2 Fällen unseres Materials von Schrapnellkugelverletzungen sog. Perthesche indirekte Frakturen vorlagen. MOMMSEN berichtet über 3 Fälle von Muskelzugfrakturen. Der Oberschenkelknochen war aus großer Nähe in seinem

unteren Drittel verletzt, einmal ein Rinnenschuß, einmal ein Lochschuß, einmal ein Steckschuß, ohne daß die Kontinuität aufgehoben war. Der Oberschenkelknochen war zum zweiten Male indirekt im mittleren Drittel als Torsionsbruch frakturiert. Bei allen derartigen Fällen ist, soweit es sich um Granatverletzungen handelt, auch noch das Moment des Gasdruckes in Betracht zu ziehen, der den Soldaten nicht nur seitlich, sondern auch meterhoch in die Luft schleudern kann, so daß die indirekten Frakturen tatsächlich direkte sind.

Stellung ist zu nehmen zu den Deformationen der Geschosse am Oberschenkelknochen, dem kräftigsten langen Röhrenknochen des menschlichen Körpers. Granatsplitter pflegen sich nicht weiter zu deformieren. Dagegen kommen Aufteilungen in durch die Explosion geschaffenen Sprunglinien vor. Die von den dünnwandigen Hülsen der kleinen und Handgranaten herrührenden Splitter erfahren natürlich eine Deformation, ebenso wie die aus Blei bestehenden Schrapnellfüllkugeln. Daß aber



Abb. 81. Kalottenbruch im unteren Oberschenkel Drittel durch Infanterieschuß mit Eröffnung des Kniegelenkes. Primäre Resektion. Heilung.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

auch die Infanteriegeschosse sich an diesem starken Knochen besonders gern deformieren und aufteilen, war einer großen Zahl der Feldärzte leider ganz unbekannt. Die vielen in und um die Frakturstelle verspritzten Geschossteile wurden zu Beginn des Krieges nur zu oft als Beweis für eine Dummunverletzung gehalten. Schon die Schießversuche von COLER und SCHJERNING hatten festgestellt, daß sich unsere 88er Geschosse bei Entfernungen bis zu 700 m in 60 - 100% deformieren, und LARDY stellte im Weltkriege auf französischer Seite fest, daß ein großer Teil unserer Geschosse



am Knochen sich aufteilt. Da die französische D Kugel aus massivem Kupfer besteht, so fanden wir Metallteile bei Oberschenkelknochenschüssen selten, während sie bei den durch das englische, russische und italienische Infanteriegeschloß veranlaßten eine häufige Begleiterscheinung waren.

Das Hilfsmittel der Röntgendurchleuchtung hat einen sehr großen Nutzen für die genaue frühzeitige Diagnose der Art der Fraktur gebracht. Wissenschaftlich Neues



Abb. 82. Kniegelenkschuß mit Zertrümmerungsfraktur des Oberschenkels durch Granatsplitter. Primäre Resektion. Heilung.  
(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

ist allerdings gegenüber den Schießversuchen der Medizinalabteilung des preußischen Kriegsministeriums dadurch nicht gefunden worden (siehe SCHJERNING, THÖLE, Voss 2. Aufl. Die Schußverletzungen im Röntgenbilde).

Die deutsche Armee war durch ihre jedem Armeekorps beigegebenen Feldröntgenwagen und ihre gelernten Techniker den feindlichen überlegen. Namentlich bei den Engländern machte sich dieser Mangel anfangs sehr geltend (HOLLAND). Aber die Röntgenapparate konnten nicht an allen Teilen der Front sein. Daher blieben die Feldärzte zunächst immer noch auf die klinische Diagnose angewiesen. Dieselbe

war leicht überall da, wo eine deutliche Aufhebung der Kontinuität vorlag. Sie mußte versagen, wo es nicht der Fall war. Schußrichtung und auffallende Störung der Funktion wiesen dann auf die Wahrscheinlichkeit der Knochenverletzung hin. Es sei betont, daß namentlich bei Frakturen des Kopfes, Schenkelhalses und der Trochantergegend die Knochenverletzung der Diagnose Schwierigkeiten bereiteten insofern, als abnorme Stellungen und deutliche Krepitationen fehlen konnten und die große



Abb. 83. Zertrümmerungsfraktur des unteren Oberschenkeldrittels mit Eröffnung des Kniegelenkes durch Granatsplitter.

Weite primäre Eröffnung der Bursa subcruralis. Entfernung der Splitter. Desinfektion des Gelenkes. Keine Infektion. Quere Vernähung der Bursa dicht über dem Gelenkspalt, so daß Fraktur extrakapsulär liegt. Halboffene feuchte Wundbehandlung. Heilung ohne Infektion des Kniegelenkes mit etwas beweglichem Gelenk.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)



Abb. 84. Oberschenkelchußfraktur mit grober Splitterung im mittleren Drittel durch Granatsplitter.

Bursa subcruralis eröffnet. Primäre Entfernung der losen Splitter nach breiter Eröffnung der Bursa. Quere Vernähung der Bursa etwa 5 cm oberhalb des Gelenkspaltes, so daß Fraktur extrakapsulär liegt. Halboffene feuchte Frakturbehandlung. Heilung mit etwas beweglichem Kniegelenk (etwa 100° Beugung).

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

Weichteilschwellung eine gute Abtastung erschwerte. Aber auch bei den Schußfrakturen des unteren Drittels sind Fehldiagnosen dann nicht selten gestellt worden, wenn noch ein gewisser Zusammenhang des Knochens bestand. Selbst das Röntgenbild klärte nicht immer über alle Knochenverletzungen auf. Leichte Impressionen entziehen sich dem Auge und Lochschüsse ebenfalls, wenn das Glied nicht von zwei zueinander senkrechten Ebenen photographiert werden konnte. Selbst dann können sie manches Mal nicht sichtbar sein. Auch über den ganzen Umfang einer Fraktur

können nur Aufnahmen in zwei Ebenen Aufschluß geben. Für die Frakturen der Hüftgelenksgegend ist dazu die Lorenzsche Abduktionsstellung notwendig.

Die Einwirkung der Knochenverletzung des Oberschenkels auf die Weichteile ist von großer Bedeutung. Hier ist zunächst auf ein Moment hinzuweisen, welches gewöhnlich nicht genügend bekannt ist. Im Gegensatz zu anderen Gliedverletzungen besteht am Oberschenkel häufig eine Inkongruenz zwischen den verhältnismäßig

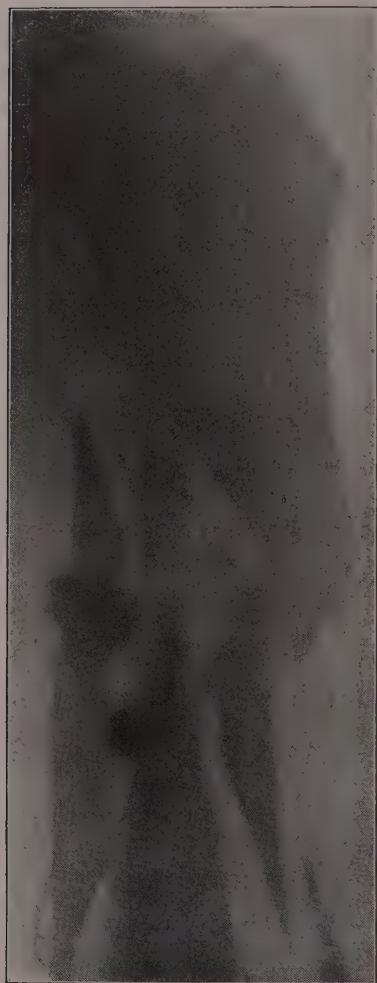


Abb. 85. Schußfraktur des Femur im mittleren Drittel durch Granatsplitter.

Schmetterlingsfraktur. Putride Infektion, die trotz des nichtentfernten Granatsplitters unter Gipsverband schnell abklang. Abtransport nach 6 Wochen.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

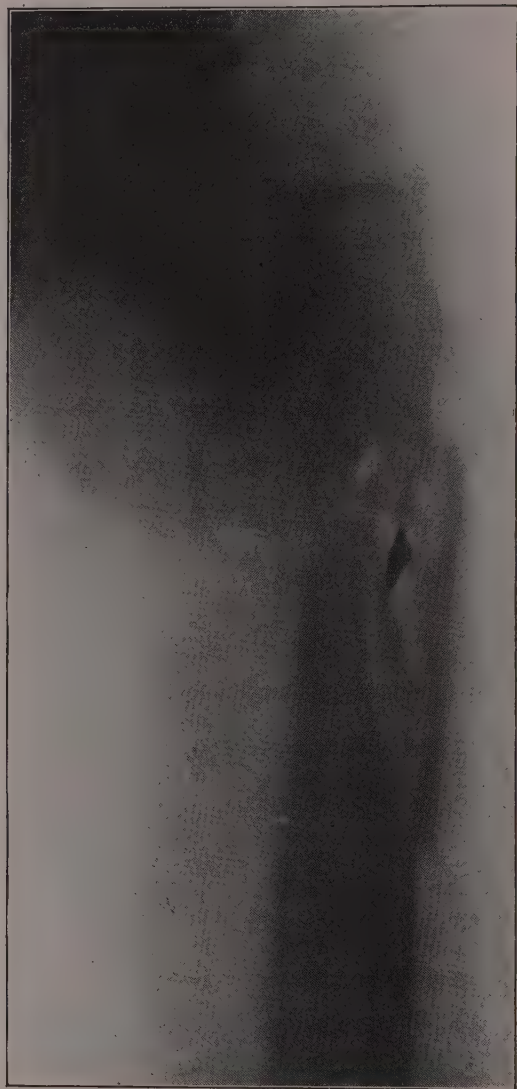


Abb. 86. Schußfraktur des Femur im oberen Drittel mit steckengebliebenem Granatsplitter.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

kleinen Hautschußöffnungen zu der Größe der Knochenzerstörung. Der Grund dafür liegt in dem großen Weichteilkegel, welcher den Knochen umgibt. So finden wir nicht selten gerade am Oberschenkel einen kalibergroßen oder nur wenig größeren Ausschuß trotz ausgedehnter Zertrümmerungsfraktur. In unserem Material waren bei den Infanterieschüssen Ein- und Ausschuß kalibergroß bzw. beim Ausschuß bis zu Fünfmarkstückgröße in 50%, bei den Schrapnellkugeln in 45%, und bei den



Granatsplittern die Einschüsse klein und die Ausschüsse bis zu Fünfmarkstückgröße in 35,7%. Gewiß stellt sich nach der Femurverletzung das Infanteriegeschöß meistens eben so schief oder quer wie nach den Frakturen anderer langer Röhrenknochen, so daß der Hautausschuß an sich größer wird. Allein die Vergrößerung des Ausschußtrichters durch mitherausgeschleuderte oder andrängende Knochensplitter fehlt hier eher, weil die Weichteilmassen ein Hindernis darstellen. Demnach wäre es falsch, aus der Kleinheit des Hautausschusses bei Oberschenkelerschußfrakturen auf eine geringere Splitterung schließen zu wollen. Sogar bei nächsten Entfernungen wurden nicht selten kleine Ausschüsse beobachtet.

Abgesehen von den Schußfrakturen, bei welchen das Periost die Splitter noch zusammenhält, ist die Verletzung der Muskeln durch die Splitter immer eine große. Die Knochenstücke sind überallhin verteilt, spießen sich in dieselben ein, zerreißen



Abb. 87. Subtrochantere Oberschenkelerschußfraktur durch Infanteriegeschöß mit Bleiresten. Kein Dumdum.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

und zertrümmern sie. Die größere Masse der am Oberschenkel sehr blutreichen Muskeln zusammen mit der der Größe des Knochens entsprechenden größeren Knochenblutung führt zu einer viel stärkeren Blutdurchtränkung des Gewebes. Wir finden daher namentlich dann, wenn ein kleiner Hautausschuß den freien Abfluß des Blutes verhindert, eine ungeheuer starke Schwellung des Oberschenkels, welche in den ersten Tagen nach der Verletzung zunimmt und bei Unkundigen leicht den Verdacht einer infektiösen Schwellung erregt. Beachtung des Allgemeinbefindens, der Körpertemperatur und vor allem Prüfen der Hauttemperaturunterschiede gegenüber dem gesunden Bein durch Auflegen der Hand, werden vor übereilten operativen Maßnahmen schützen. Auf die Differentialdiagnose gegenüber beginnendem Gasödem sei besonders hingewiesen. Fehler sind in dieser Hinsicht im Weltkriege zuweilen vorgekommen. Denn nicht nur die pralle Schwellung mit Ödem, die durch die Blutfarbstoffe bedingten Verfärbungen, sondern auch der tympanitische Klang über mit Blut angefüllten Muskelzertrümmerungshöhlen verführen dazu.

Begleitende Verletzungen großer Gefäße waren in 20,5% bei den Oberschenkel-schußfrakturen vorgekommen, und zwar ist es interessant, daß ungefähr die gleiche Anzahl auf Granatsplitter- und Infanterieschüsse fällt, während die Schrapnellkugeln gar keine Verletzungen aufweisen (s. auch S. 227 der Weichteilschüsse, sowie die Nachblutungen auf S. 270 und die Verblutungen in den Oberschenkel auf S. 289). Zum Tode durch Verblutung führten sie in 5,9% (s. S. 288). Von einer Schlauch-anlegung ist nur in 40% etwas erwähnt. Auch diese Maßnahme fand nicht immer gleich statt, sondern nicht selten erst nach  $\frac{1}{2}$  Stunde und noch später.



Abb. 88. Schrapnellsteckschuß durch den Schenkelhals mit Längsfissur in den Femurschaft. Bleireste.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

Von besonderem Interesse ist ein Infanteriedurchschuß mit großem Ein- und Ausschuß, welcher rechts eine Verletzung der Vena poplitea und links der Arteria femoralis hatte. Wegen der Gefechts-schwierigkeiten konnte er erst nach 4 Stunden verbunden und mit elastischem Schlauch versehen werden. Er wurde dann im Feldlazarett amputiert und starb erst nach 24 Stunden.

Von Wichtigkeit bei den Verblutungen ist die Frage nach der Größe der Wunden. Unter 29 Angaben fanden sich 4mal kalibergroße Infanterieschußwunden, 2mal handelte es sich um zahlreiche kleinere Wunden durch Minensplitter, 3mal waren die Wunden von Fünzigpfennig- bis Talergröße; in den anderen 20 Fällen waren sie immer handtellergroß und weit darüber.

Über die Frage der primären Amputation bei gleichzeitiger Verletzung großer Gefäße s. S. 268. Daß eine solche bei kleinen Schußöffnungen nicht in Frage kommt, ist selbstverständlich. Denn wenn eine Infektion nicht eintritt, kommt es zur Konsolidation und zu Aneurysmenbildung, die in gewöhnlicher Weise angegangen wird. Der Zeitpunkt der Operation ist verschieden, je nachdem das Aneurysma



Abb. 89. Schwerer Hüftgelenkschuß durch Granatsplitter. Fraktur des Beckens, des Schenkelhalses und des Trochanter minor.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

stationär bleibt oder wächst. Bei der arteriovenösen Fistel ist das Abwarten bis zur vollendeten Konsolidation fast immer möglich und zu empfehlen, während namentlich das Aneurysma arteriosum gewöhnlich eine Frühoperation verlangte.

Komplizierende Nervenverletzungen fanden wir nur in 3,2%, während BOWLBY sie in 12% aufführt.



### b) Transport und Transportverbände.

Der Transport keiner anderen Schußfraktur ist so schwer und so gefährlich wie der des Oberschenkels. Der frühere Grundsatz, daß man Schußfrakturen, gut geschient, sofort weitertransportieren kann, hat sich im Weltkriege als falsch erwiesen. Das gilt für die Oberschenkelfrakturen besonders. Es ist scharf zu trennen zwischen dem ersten, oder besser gesagt den ersten und den späteren Trans-

porten. Der Friedensverletzte macht gewöhnlich nur einen Transport durch, bis er in die endgültige Behandlung kommt, der Kriegsverwundete dagegen muß eine ganze Reihe derselben durchmachen, bis er zur Ruhe kommt. Er wandert von dem Verletzungsorte zum Truppen-, von diesem zum Hauptverbandplatz, von hier zum Feldlazarett, und kann oft auch in diesem nur wenige Stunden oder Tage bleiben. Während sich die späteren Transporte, dank der Verbesserung der Kriegstransportmittel, im allgemeinen günstiger als früher gestalten, hat der Weltkrieg leider die traurige Erfahrung gebracht, daß gerade der erste Transport sich häufig unter so ungünstigen Verhältnissen abspielt, wie man es vorher kaum für möglich gehalten hat. Die siegreich vorgetragenen Offensiven sind in dieser Beziehung natürlich um vieles besser als die mißglückten und die Stellungskämpfe. Feindliches Feuer, Ungunst des Gefechtsgebietes oder -geländes (See- und Gebirgskrieg), Anlage der Schützengräben verbieten häufig regelrechten Verband und Schienung. Der Feldarzt der vordersten Stellungen hat nur zu oft die betäubende Erfahrung gemacht, wie Verwundete mit Oberschenkelschußfrakturen, um Schutz zu finden, mühsam zurückgekröchen sind (unter unseren Fällen in 0,4%), oder wie sie von auf dem Bauch vorkriechenden Sanitätspatrouillen in



Abb. 90. Schußfraktur mit grober Splitterung durch Infanteriegeschöß.

den Schützengräben ungeschient über dem Erdboden zurückgeschleift oder von Kameraden auf dem Rücken zurückgetragen wurden. In nicht weniger als  $\frac{1}{5}$  unserer Fälle war ferner, mit Rücksicht auf die Schmalheit und Gewundenheit der Schützengräben, der Gebrauch einer Trage unmöglich. Die Verwundeten wurden ohne Schiene oder notdürftig geschient in einer Zeltbahn bis zum Sanitätsunterstand fortgeschleppt, wo sie dann die erste sachgemäße Schienung erfuhren. So sah tatsächlich im Weltkriege der erste Transport wohl von mindestens der Hälfte der Oberschenkelschußfrakturen aus. Wunder muß es daher nehmen, daß auch bei diesen reaktionslose Heilungen überhaupt vorgekommen sind. Andere Ver-

wundete wiederum wurden notdürftig geschient und mußten dann (wie z. B. in den deutschen Kämpfen in Rußland 1914/15) tagelange Transporte auf schlechten Fahrzeugen und Wegen, oder in Eisenbahngüterwagen notdürftig auf Stroh gelagert, durchmachen, bis sie in ein Lazarett kamen. Die elementare Gewalt des Krieges hat alle seitherigen ärztlichen Bestrebungen, Fixationsmittel, welche für alle Fälle geeignet sind, zu konstruieren, elend zunichte gemacht.

Da, wo eine Schienung von Hüft- und Kniegelenk, wie unter den oben geschilderten Umständen, nicht möglich ist, bleibt das einfachste Mittel der Schienung immer noch die Fixation an das gesunde Bein durch mehrere dreieckige Verbandtücher oder durch breite Bindentouren oder, wo auch diese fehlen, durch Riemen oder Stricke. Wenn man Stäbe oder Holz zur Hand hatte, so wurden zuweilen diese zur Feststellung benutzt. Sie geben, rings um den Oberschenkel gelegt, selbst dann einen gewissen Halt, wenn sie nicht über das Hüft- und Kniegelenk reichen, übrigens eine Behandlungsmethode, wie ich sie bei den Hottentotten Südwestafrikas in geradezu kunstgerechter Form sah, wo jedes Stäbchen mit Gras umwickelt, säuberlich eins neben dem andern, um den ganzen Oberschenkelumfang gelegt wurde. Erwähnt sei noch ein Vorschlag THÖLES, den Verwundeten in der Zeltbahn so zu lagern, daß die Unterschenkel über eine ihrer Kanten heraushängen, damit ein gewisser Zug an den Fragmenten ausgeübt wird.

Wenn wir nun von diesem allerersten Transport vom Orte der Verwundung zur ersten ärztlichen Hilfe absehen, so ergibt sich die Frage, ob uns die Erfahrungen des Weltkrieges erlauben, eine bestimmte Fixationsart als die praktisch für alle Verhältnisse beste hinzustellen. Diese Frage muß verneint werden. Die Tatsache, daß die Vorschläge sich mehren, je schwieriger ein Problem ist, trifft auch hierauf zu. Gute Fixation, bei Möglichkeit leichter Wundkontrolle, und Schnelligkeit ihrer Ausführung lassen sich eben nicht immer vereinen, und so hat sich im Weltkriege eine Individualisierung sowohl nach den Wundverhältnissen als vor allem nach den wichtigen örtlichen Bedingungen, die durch die Länge und Art des Transportes und dem Vorhandensein der nächsten ärztlichen Hilfe gegeben waren, herausgebildet. Die Nichtbeachtung gerade des letzteren Umstandes machen die schroffen Widersprüche einzelner Autoren verständlich, die sich darin z. B. ausdrücken, daß SCHMIEDEN und PERTHES nur den Gipsverband, GOLDAMMER nur den Schienenverband als Transportverband gelten lassen.

Die Transportverbände des Weltkrieges unterscheiden sich in reine Fixationsverbände und in Fixationsverbände mit Extension.

#### a) Reine Fixationsverbände.

Sie zerfallen in Gipsverbände und Schienenverbände. Kein Chirurg wird leugnen, daß zur Fixation einer Fraktur, also auch der Oberschenkelfraktur, der zirkuläre bzw. der kleingefensterte Gipsverband der beste Transportverband ist. Aber dieser Verband setzt verhältnismäßig kleine Wunden, gute Technik, Zeit und das Vorhandensein von Gips voraus. Bei vielfachen oder umfangreichen Weichteilwunden verbietet er sich von selbst. Überall, wo man große Fenster anlegen muß, verliert er an Festigkeit, da diese gerade meistens an den Stellen der Fraktur angelegt werden müssen. Bügelgipsverbände pflegen nach Abschwollen des kollateralen Ödems nicht immer genügenden Halt zu geben. Die Erfahrung des Weltkrieges hat ferner gelehrt, daß mit Ausnahme der Chirurgen der Durchschnitt der Feldärzte nicht die genügende Übung hat, um einen guten, haltbaren Oberschenkelgipsverband, welcher die Hüfte umschließt, zu machen. Wenn das nicht der Fall ist, bricht er meistens gerade an den Stellen ein, wo er eine besondere Festigkeit haben soll, nämlich auf der Beugeseite des Hüftgelenks. Der Grund dafür liegt darin, daß der Verwundete sich gewöhnlich das Kopfende seines Lagers erhöhen läßt, oder sich beim Essen oder Lesen anhebt, so daß der Körper leicht im Hüftgelenk abgeknickt wird. Notwendig ist es also gerade

hier, eine Verstärkung durch Schusterspan, Bandeisen, Aluminiumstäbe, Cramersche Leiterschiene, oder am besten eine kleine, 60 cm lange Holzschiene zu machen. Ein wesentliches Moment ist der Mangel an Zeit. Schon der Chirurg braucht zu einem Oberschenkelgipsverband durchschnittlich 30 Minuten, der Ungeübte kommt aber auch häufig nicht mit 60 Minuten aus. Meine Erfahrungen auf etwa 50 Hauptverbandplätzen zeigten, daß, wenn der Verwundetenzustrom ein großer war, und sich unter diesen mehrere Oberschenkelfrakturen befanden, tatsächlich meistens die Zeit gefehlt hätte, um alle mit guten Gipsverbänden zu versehen. Oft erlebte ich es, daß da, wo an dem Prinzip des Gipsverbandes festgehalten wurde, diese Verwundeten zunächst doch einen Schienenverband bekamen, der erst am nächsten oder übernächsten Tage durch einen Gipstransportverband ersetzt wurde. Dazu kam, daß besonders an der Westfront während des Stellungskrieges die Entfernungen zwischen Truppen-, Hauptverbandplatz und dem Feldlazarett zu klein waren, so daß man vorn sich mit dem Schienenverband half, um dem Feldlazarett die endgültige Entscheidung über die Schienungsart zu überlassen. Außer diesen Momenten sind aber noch andere Gründe schuld daran, daß tatsächlich für die Schienung der Oberschenkelfraktur der Gipsverband immer mehr und mehr während des Weltkrieges in den Hintergrund trat. Einmal waren es die Wundverhältnisse, sodann aber, um es offen zu sagen, die in jedem Menschen schlummernde Faulheit, die allerdings im Kriege leicht entschuldbar ist, wie wir gleich hören werden. Hinsichtlich der Wundverhältnisse war es weniger die Gefahr des „Zuengewerdens“ des Verbandes infolge der mit jeder größeren Verletzung einhergehenden reaktiven Schwellung. Es waren vielmehr die Gefahren der schnell fortschreitenden häufigen Wundinfektionen, die eine regelmäßige Kontrolle des verletzten Oberschenkels notwendig machten. Die Anhänger des Gipsverbandes plädierten für ihn deswegen, weil er wenigstens für die erste Zeit ein Dauerverband sein sollte. Diese Hoffnung hat der letzte Krieg gründlich zerstört. Vor allem waren es die uns vom Frieden her kaum bekannten Gasödeme der Muskelwunden, die hier einen Wandel schafften, insofern sie häufige Besichtigung des ganzen Gliedes verlangten. Es entschließt sich aber, wenn viel zu tun ist, jeder Arzt bei Klagen des Verwundeten oder dem Verdacht einer Wundinfektion eher einen Schienenverband zu lösen, als einen Gipsverband aufzuschneiden. Diese Rücksicht führte ferner dazu, daß selbst für den Anfang der stationären Behandlung die Gipsverbände immer mehr in den Hintergrund gedrängt wurden. So hat sich denn aus den Kriegserfahrungen der Grundsatz herauskristallisiert, daß es im allgemeinen praktischer ist, leicht abnehmbare Verbände, d. h. Schienenverbände bei Oberschenkelerschußfrakturen so lange anzulegen, bis eine Klärung über die Möglichkeit einer schnell fortschreitenden Infektion eingetreten ist. Ausnahmen können ungestraft am ehesten bei glatten Infanterieschüssen gemacht werden, bei denen splitterlose Quer- oder Schrägbrüche vorliegen.

Der Grund, weswegen sich gegen die Schienenverbände so viele Ärzte gewandt haben, mag vielleicht darin gelegen haben, daß es für die Oberschenkelfrakturen, im Gegensatz zu den Unterschenkel- und Kniegelenksfrakturen, allgemein bekannte präformierte Schienen, wie die Volkmannsche Schiene, nicht gab. Zwar hatte als Transportverband die lange vom Fuß bis zum Rippenkorb reichende breite Holzaußenschiene, wie sie von ESMARCH, DUPUYTREN und LISTON angegeben war, mit oder ohne Extension in den früheren Kriegen eine Rolle gespielt. Die österreichische Armee führte dieselbe, aus leichtem Birkenholz gefertigt, auch offiziell mit. Aber diese Schienung war eine notdürftige, da durch sie nur ein kleiner Teil des Oberschenkelumfanges geschient wurde. Kurz vor dem Kriege und während des Krieges wurden nun eine ganze Reihe von präformierten Oberschenkelsschienen konstruiert, von denen die bekanntesten angeführt seien.

Die Schiene von C. FRANZ ist eine 90 cm lange, starre, dorsale Blechschiene, welche Hüft- und Kniegelenk sowie den Oberschenkel feststellt, da sie die ganze Vorderfläche umgreift. Verlängert



man sie durch eine bis auf den Fußrücken gehende Cramersche Schiene oder legt eine solche steigbügelartig um den Unterschenkel, so ist auch die Möglichkeit der Außenrotation des Fußes beseitigt. Sie hat den Vorteil, daß sie den Verbindenden zwingt, Hüft- und Kniegelenk zu fixieren, wenig Polstermaterial und Binden braucht, und schnell auch vom Sanitätsunterpersonal angelegt werden kann (Abb. 91—93). Sie wurde bei der deutschen Armee bei einigen Sanitätskompagnien und Feldlazaretten und in den Etappensanitätsdepots mitgeführt. Einzelne Autoren, z. B. FRANKE und SULTAN, loben sie, allein sie fand keine allgemeine Anerkennung, zum Teil weil ihre Anwendung dem Durchschnitt der Ärzte nicht bekannt war, zum Teil weil ihr vorgeworfen wurde, daß sie eine Außenrotation des unteren Fragmentes nicht genügend verhindere. Ein rein äußerlicher Umstand war ferner ihrer Verwendung hinderlich. Sie war, damit sie in die Sanitätsbehältnisse der Sanitätswagen hineinpaßte, geteilt worden, wie es Abb. 92 zeigt. Bei unachtsamer Behandlung auf den Verbandplätzen verbogen sich die vorstehenden Bolzen leicht, so daß sie in die Röhren des anderen Teiles nicht hineinpaßten, oder die Röhren wurden zusammengedrückt.

Die Barthsche Schiene ist zerlegbar. Sie besteht aus 2 Heusnerschen Spiraldrahtschienen,

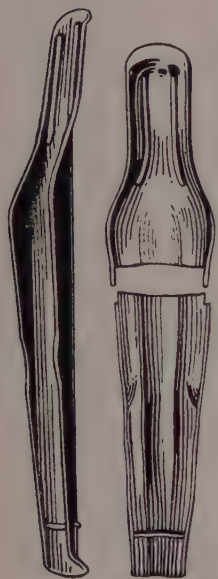


Abb. 91. Abb. 92.  
(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

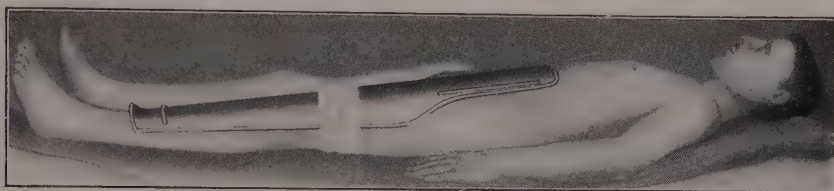


Abb. 93. Franz'sche dorsale Blechschiene.  
(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

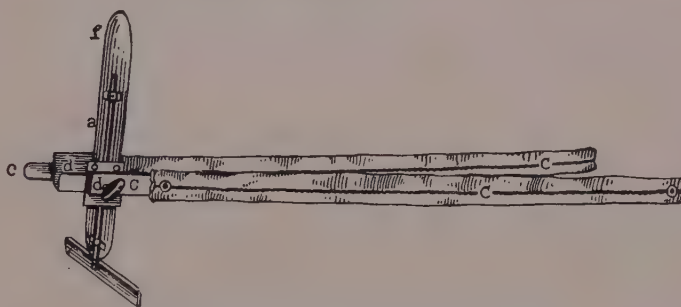


Abb. 94. Barthsche Transportschiene.  
(Aus Zentralblatt für Chirurgie 1914, Nr. 3.)

welche an Becken und Bein anbandagiert werden, und an welche ein stabiles Fußbrett angeschraubt wird (Abb. 94).

Die Haasssche Schiene besteht aus 2 Eisenbandlatten für die Außen- und Innenseite des Oberschenkels, welche mit 3 das Bein und das Becken umfassenden Drahtmanschetten durch Nieten verbunden ist. Sie ist sperrig und verhindert nicht mit Sicherheit die Außenrotation (Abb. 95 u. 96).

Die Friedrichsche Schiene ist zusammenklappbar, dreiteilig.

Die Schiene nach v. Eiselsberg besteht aus einer Cramerschen Leiterschienen als Außenschiene, an deren proximalem Teil zwei querverlaufende breite Leiterschienen angebracht sind, die für jeden Fall zurechtgebogen das Becken und den oberen Oberschenkelteil halbkreisförmig umgeben. Auch sie ist wenig angewandt worden, weil sie sperrig war und die Außenrotation nicht sicher verhinderte (Abb. 97).

Die Rehnsche Schiene gleicht ihr sehr. Erwähnt sei noch der Gochtsche Bänderisenschuster-spanverband, der aus der Abb. 98 ersichtlich ist.

Die Schiene von Danziger besteht aus einer hölzernen Außen- und einer Unterlageschiene. Beide Schienen sind durch 4 Querlaschen (2 für den Oberschenkel, 2 für den Unterschenkel) miteinander verbunden und können sowohl in der Längs- als auch Querachse verschoben werden. Befestigung an der Hüfte erfolgt durch einen breiten Hüftgurt, welcher ebenso wie die Querlaschen festgeschnallt wird. Der Fuß wird durch einen offenen Schnürschuh aus doppeltem Segeltuch festgestellt, der auf einem Sohlenbrett fest aufmontiert wird. Obwohl leicht und nicht sperrig, hat sie nur wenig Anwendung gefunden (Abb. 99—101).

Wenn wir damit die wichtigsten präformierten Schienen auf deutscher Seite angeführt haben, so bleibt zu erwähnen, daß die Franzosen und Italiener weder nach ihren Berichten noch nach den Befunden des Sanitätsgerätes erbeuteter Lazarette über solche verfügten. Von den Engländern berichtet BOWLBY und andere englische und amerikanische Chirurgen, daß die Thomassche Schiene sich in den letzten 2½ Jahren das Feld erobert hat, weil die Resultate durch sie verbessert worden sind. Auf sie wird, weil es

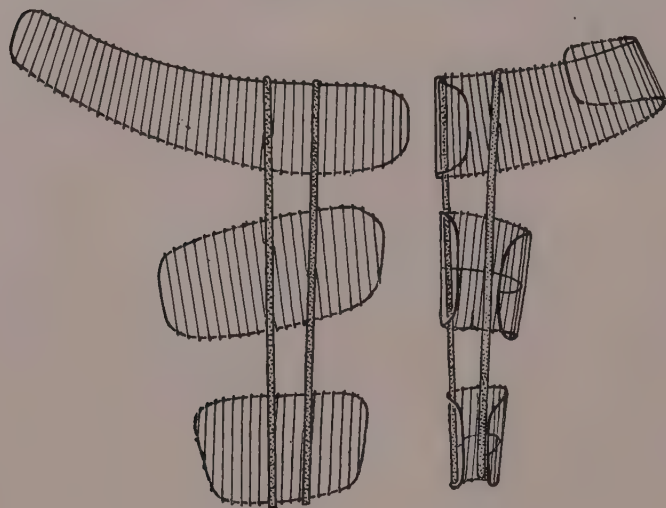


Abb. 95.

Abb. 96.

Abb. 95 u. 96. Haassche Schiene.

(Aus Münchener Medizinische Wochenschrift, Feldärztl. Beilage 50, 1914.)

sich um eine Extensionsschiene handelt, weiter unten eingegangen werden (s. S. 254).

Bevor die präformierten Schienen verlassen werden, ist noch der Volkmannschen Schiene zu gedenken. Es ist klar, daß sie an sich zur Fixation einer Oberschenkel-fraktur nicht in Betracht kommen kann, weil sie das Hüftgelenk nicht feststellt. Und doch ist sie allein ohne Hilfs-schienen namentlich anfangs häufig zum Transport von Oberschenkel-schußfrakturen benutzt worden. Auch darf nicht verschwiegen werden, daß sie für die Brüche des unteren, vielleicht auch noch

des mittleren Drittels, immerhin eine nicht schlechte Transportschiene darstellt. Denn sie verhindert die Außenrotation des unteren Fragmentes, fixiert das Kniegelenk und gewährt der ganzen hinteren Hälfte des Oberschenkelumfanges eine bequeme Lagerung. Natürlich werden durch sie Beugungen im Hüftgelenk nicht verhindert, während Abduktionsbewegungen an sich erfahrungsgemäß vom Verletzten selten gemacht werden. Wurde aber durch

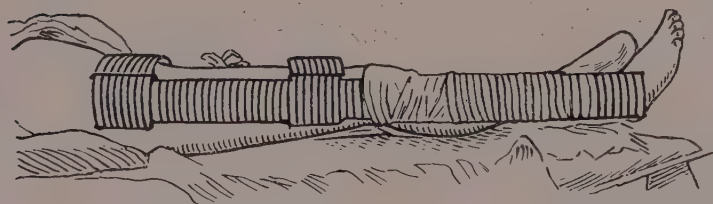


Abb. 97. Schiene nach v. Eiselsberg.

(Aus Münchener Medizinische Wochenschrift, Feldärztl. Beilage 14, 1916.)

Zuhilfenahme von anderen Schienen auch das Hüftgelenk noch festgestellt, so hat sie sich im Weltkriege mit als die vorzüglichste Transportschiene erwiesen.

Der Mangel einer einwand-freien, allgemein bekannten und überall vorhandenen präfor-mierten Oberschenkel-schiene brachte es naturgemäß mit sich, daß das ganze Arsenal des anderen Schienenmaterials zur Fixation herangezogen

wurde. Stroh, Gips, Pappe, Holz, Aluminiumstäbe, Siebdraht Bandeisen usw. Die guten Erfahrungen, welche mit den Strohschienenverbänden in der preußischen Armee während der Kriege 64, 66, 70 gemacht worden waren, hatten im Frieden dazu geführt, daß unsere Krankenträger systematisch in ihrer Herstellung ausgebildet wurden. Namentlich der Strohmattenverband nach STEUBER galt als ein vorzüglicher erster Transportverband. Der Weltkrieg hat mit diesen Strohschienenverbänden vollkommen aufgeräumt. Denn das Strohmaterial ist durchaus nicht immer leicht zu beschaffen, die Verfertigung der Schienen setzt eine gewisse Technik voraus und erfordert viel Zeit, und die Schienen nehmen, wenn sie in



genügender Menge mitgeführt werden sollen, viel Platz fort. Nur als Unterlage ist Stroh für Gipsschienen von SCHROTH im Anfang des Krieges eingeführt und mit gutem Erfolge auf einigen Kriegsschauplätzen benutzt worden.

Auffallend ist es, daß Gips für die Improvisation von Schienen (Beelyssche Gips-hanfschiene, Gipslonguettenverband\*), so wenig benutzt worden ist, und zwar um so mehr, als das Bedürfnis nach leicht abnehmbaren, andererseits sich aber den individuellen Verhältnissen anpassenden Schienen sich mit Zunahme der Wundinfektionen schnell einstellte. Der Grund hierfür ist einmal darin zu suchen, daß mit Ausnahme der Chirurgen nur wenige Ärzte die Technik beherrschten, ferner darin, daß Gipsschienen leicht brechen, wenn sie nicht genügend austrocknen, und daß ihre Herstellung geraume Zeit beanspruchte.

Auch Pappschienenverbände wurden wenig angewandt, obwohl man aus harter Pappe vorzügliche Verbände für jeden einzelnen Fall machen kann. Allein das Zurechtschneiden aus den großen Pappetafeln erfordert viel Zeit, es ist unsparsam, weil man mit den Resten nichts anfangen kann, und vor allem geht infolge von Aufweichen durch Blut und Eiterung die anfängliche Fixation schnell verloren. Die von LANGE angegebenen Papphülsenverbände, die mit Bandgurten versehen waren, haben weiteren Anklang nicht gefunden.

Holz und Metall war das mit Vorliebe benutzte Material. An Holz gab es den Schusterspan und die mit Eisenblechhülsen versehenen, zusammensteckbaren Esmarchschen Holz-

schienen von je etwa 40 cm Länge und 5 cm Breite. Von beiden wurde als alleinigem Schienenmaterial wenig Gebrauch gemacht. Der Schusterspan war nicht starr genug und in seiner Verwendung unsparsam, und die Esmarchschen

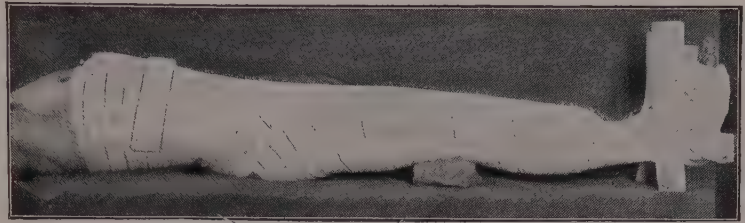


Abb. 98. Gochtscher Bandeisenschusterspanverband.  
(Aus Saar, Behelfstechnik 1918.)

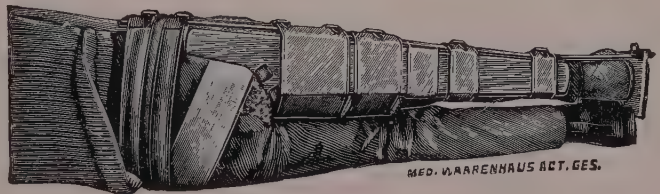


Abb. 99.



Abb. 100.

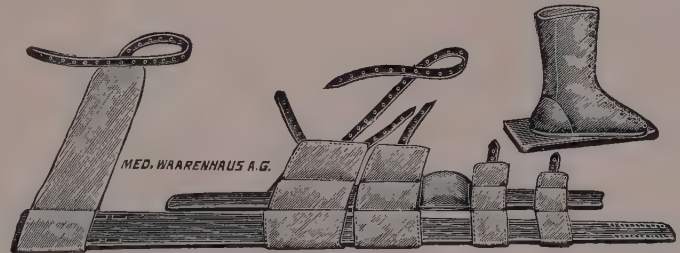


Abb. 101.

Abb. 99—101. Schiene von Danziger.  
(Aus Münchener Medizinische Wochenschrift, Feldärztl. Beilage 13, 1916.)

\*) DANIELSEN empfahl Drahtgeflechte, wie sie an jedem Zaun zu finden sind, mit Gips zu umgießen, nachdem sie der Länge nach an den Langseiten mit neuem Draht als Strebepeiler durchflochten sind.



Holzschienen hatten den Nachteil, daß die über die Enden hervorragenden Blechhülsen durch ungeschickte Lagerung häufig zusammengedrückt wurden, so daß die einzelnen Schienen sich nicht mehr zusammenstecken ließen. Für den Feldgebrauch haben sie sich daher als unpraktisch erwiesen. Als in Deutschland ein Mangel an Eisen einzutreten begann, wurden von der Heeresverwaltung Schienen aus einem Geflecht von Haselnußholz teilweise eingeführt, von denen zwei Formen für die Oberschenkelschüsse in Anwendung kamen. Ihre interessante Herstellung war folgende:

1. Handwerkszeug. Kräftige kleine und einige größere Schnitzmesser, einen Stecher, um für den Notfall kleine Löcher zu bohren, und eine kleine Säge. Ein Schutzleder für ein Knie. Die Haselstauden müssen möglichst gerade gewählt werden und an den Enden nicht dünner als 1 cm im Durchmesser.

2. Vorbereitende Arbeit. Die Flechtbänder werden hergestellt, indem man am oberen Ende der ungeschälten Haselstaude einen kleinen Querschnitt von ungefähr 1 cm Breite und 1 mm



Abb. 102. Schiene 1.

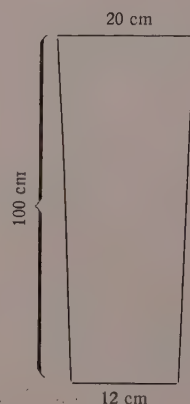


Abb. 103. Schiene 2.

Tiefe macht, dann wird durch Biegen der Rute über dem Knie das Band losgelöst, indem zweckmäßig der 3., 4. und 5. Finger der rechten Hand zwischen das abzutrennende Band und der Haselstaude zu liegen kommt. Der Zeigefinger liegt auf dem Bande und der Daumen auf der entgegengesetzten Seite der Haselstaude. Auf diese Weise wird ein Splittern oder Brechen des Bandes verhütet. Nach jedesmaligem gleichmäßigem und kräftigen Biegen wird das Band abgehoben. Ist solch ein Band losgelöst von der Haselstaude, dann wird es geglättet, indem es auf das mit Leder geschützte Knie gelegt wird, das Messer wird fast senkrecht darauf gesetzt und nun das Band zwischen Leder und Messer hindurchgezogen, bis es gleichmäßig dünn ist und keine Rauheiten zeigt. Vor dem Flechten werden die Bänder zweckmäßig feucht gehalten. — Die Rippen für die zu flechtenden Schienen werden aus den stärkeren Haselstauden angefertigt, indem die geschälte Haselstaude zuerst in der Mitte gespalten wird, darauf werden die beiden Hälften noch einmal gespalten. Diese werden gut geglättet und nach den Rändern hin leicht abgeflacht. Die Außenränder der Außenrippen werden zweckmäßig nicht abgeflacht.

3. Herstellung der Schienen. Die Schiene 2 ist 100 cm lang, unten 12 cm breit, oben 20 cm breit (s. Abb. 103). Man legt am besten die Längsrippen in der Form der zu flechtenden Schiene auf den Tisch oder Fußboden, versteift provisorisch das untere und obere Ende durch Querrippen, die an die Längsrippen festgebunden werden. Es können noch eine oder zwei Querrippen

im Gestell angebracht werden, um beim Flechten die Form zu erhalten. Da die Schienen sich nach oben verbreitern, ist es zweckmäßig, beim breiteren Ende noch kürzere Längsrippen keilförmig zwischen den anderen Längsrippen einzuschieben. Das Flechten beginnt nun zweckmäßig am unteren schmalen Ende, oberhalb der provisorischen Querrippen so, daß das Flechtband um die äußeren Querrippen zweimal herumgeschlungen wird und dann wechselnd bald über, bald unter den Längsrippen zur anderen Außenrippe hinübergeführt wird. Beim Fortschreiten des Flechtens werden die provisorischen Zwischenquerrippen entfernt, bis das Flechtwerk am oberen Ende angelangt ist. Dann wird am unteren Ende die Querrippe entfernt und ein Flechtband um die unteren Enden der Längsrippe gelegt. Die Enden werden gleichmäßig und glatt geschnitten und mehrmals eingekerbt. Dann wird das umgebende Band mittels Flechtbändern fest und gleichmäßig mit den Längsrippen verbunden. Ebenso wird am oberen Ende verfahren.

Schiene 1. Auch bei Schiene 1 (Abb. 102) wird am besten zuerst das Gestell in Form durch Längsrippen auf dem Tisch ausgelegt entsprechend der umstehenden Zeichnung und den vorgeschriebenen Maßen, bis auf den kleinen Querflügel für den Fuß. Hierbei müssen mehrere keilförmige Längsrippen eingeführt werden, da eine starke Verbreiterung nach oben stattfindet. Ist nun das Flechtwerk vollendet, dann wird der Fußausschnitt mittels Säge entfernt. Das kurze Fußblatt wird gitterartig in die überstehenden noch nicht verflochtenen Enden eingeschoben und dann mittels Flechtbänder verflochten. Die Enden werden wie bei Schiene 2 fest verflochten.

Die Schwierigkeit ihrer Herstellung, sowie der Mangel an frischen Haselstauden in den meisten Jahreszeiten konnten ihnen trotz ihrer Leichtigkeit (500 bzw. 200 g) und ihrer erprobten Zweckmäßigkeit keine allgemeine Verwendung verbürgen.

Oft wurden gewöhnliche Holzplattenverbände mit gutem Erfolge benutzt. Das Material stammte gewöhnlich von den Lattenzäunen, wie sie zur Umfriedigung von Dorfgärten benutzt werden, indem eine kürzere an die Innenseite, eine längere, bis an den Brustkorb reichende, an die Außenseite gelegt wurde. Die österreichische Armee führte sehr schöne lange, leichte Holzschienen aus Birkenholz mit, welche sich vorzüglich zur Schienung eigneten.



Abb. 104.  
Cramersche Leiterschienen.  
(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

An metallenen Schienen führte die deutsche Armee Siebdrahtschienen und Aluminiumstäbe mit sich. Die ersteren waren zu kurz und zu biegsam und eigneten sich daher für Oberschenkelschußfrakturen nicht und wurden kaum angewandt. Die letzteren waren nur als Hilfsschienen für erhärtende Stärke- und Gipsverbände gedacht und eigneten sich als selbständige Schienen, abgesehen von ihrer Schmalheit (1—2 cm), auch wegen ihrer Biegsamkeit nicht. An ihrer Stelle wurden sehr bald von der Heeresverwaltung die Cramerschen Leiterschienen (Abb. 104) eingeführt, welche aus Aluminium bestanden, daher sehr leicht waren und den großen Vorzug der Biegsamkeit hatten. Aber der Vorteil der Biegsamkeit war auch ihr Nachteil. Nicht selten wurden diese Verbände zu Scheinfixationsverbänden. Durch mehrmaligen Lagerwechsel der Verwundeten beim Transport lockerten sich die nicht erhärtenden Binden, woran die federnde Kraft des Materials mit schuld war. Auch war das Material nicht immer gleichmäßig stark hergestellt. Der Umfassungsdraht muß wenigstens 4 mm Querschnitt haben. Folgende Erfahrungen, betreffend die Schienenverbände, haben sich im Weltkrieg für die Oberschenkelschußfrakturen ergeben:

1. Eine Außenschiene allein, auch wenn sie aus starrem Material ist, genügt zur Fixation für den Transport überhaupt nicht, es sei denn, daß sie mit Gipsbinden an das Bein gewickelt wird. Denn ihre Fläche ist im Verhältnis zum Umfang des Gliedes zu klein. Bei ruhiger Lage sinken die Fragmente nach hinten durch, und bei Lagerwechsel finden Verschiebungen derselben statt.

2. Wenn man nur eine starre Schiene zur Verfügung hat, ist es vorteilhafter, sie auf der Vorderfläche des Beines bis zum Nabel als an die Außenfläche anzulegen. Denn durch sie werden die häufiger als die Abduktion eintretenden Beugungen im Hüftgelenk sicher ausgeschaltet.

3. Wenn man 2 starre Schienen nimmt, sind mindestens eine lange Vorder- und eine Außenschiene notwendig.

4. Wenn man nur Cramersche Leiterschienen zur Verfügung hat, ist am besten und wohl auch am häufigsten angewandt: der Vierschienenverband. Vorder- und Außenschiene müssen mindestens bis zur Nabelhöhe reichen. Praktisch war es, die hintere und vordere Schiene unter Anmodellierung den Fuß umschließen zu lassen.

5. Von den Kombinationen von präformierten und Hilfsschienen haben sich gut bewährt, lange, bis zum Sitzbeinhöcker reichende Volkmannsche Schienen und zwei lange übereinandergelegte Cramersche Schienen als Vorderschiene.

6. Vorzüglich ist die Kombination der präformierten Volkmannschen und Franzschen Schiene, denn beide zusammen schienen den ganzen Umfang des Gliedes.

7. Notwendig ist es, daß auch die Schienenverbände einen längeren Transport aushalten. Das ist mit weichen, nicht erhärtenden Binden nicht zu erreichen, und zwar um so weniger, je weniger Schienen genommen werden. Die Spikakoxätouren müssen immer mit erhärtenden Binden gemacht werden, denn es ist eine Erfahrungstatsache, daß sich die Bauchtouren der weichen Binden lockern und dann die oberen Enden der Vorder- und Außenschiene nach mehrtägigem Transport aus dem Verbande heraus schauen und beweglich werden.

8. Es ist vorteilhaft, bei allen Schienen, mit Ausnahme der Fälle, wo man nur Franzsche oder Volkmannsche Schienen benutzt, die Frakturstelle durch eine Gipsbinde oder zwei Stärkebinden besonders zu fixieren.

Ferner erscheint es angebracht, noch auf zwei Momente das Augenmerk zu lenken. Einmal hat die Zweckmäßigkeit der häufigen Wundkontrolle den Grundsatz gelehrt, daß es notwendig ist, den Fixationsverband von dem Wundverbande zu trennen. Der letztere ist, wo es angängig ist, nicht, wie es meistens gemacht wurde, zuerst, sondern zuletzt anzulegen. In jedem Falle ist darauf Bedacht zu nehmen, daß es beim Verbandwechsel nicht erforderlich wird, sämtliche Schienen abzunehmen, bevor man an die Wunde kommt. Am besten ist es, wenn man alle Schienen liegen lassen kann. Das ist bei manchen Wunden natürlich nicht möglich. Die Cramerschen Schienen eignen sich in dieser Hinsicht besser als die starren Schienen, insofern man durch Entfernung von Quersprossen sich Fenster schaffen kann. Genügt das nicht, und muß man an einer Stelle die Schiene unterbrechen, so stelle man die Kontinuität dadurch her, daß man nach dem Wundverband noch eine die Lücke weit überbrückende Schiene anbandagiert.

Das zweite Moment ist die Benutzung der Kleidung zur Polsterung. Es ist für die allerersten Verbände für den Transport von der Verwundungsstelle zum Truppenverbandplatz und von diesem zum Hauptverbandplatz von Wichtigkeit. Immer wieder konnte man erleben, daß die Hosen oder das ganze Beinling abgezogen wurde. Oft wurde der Verwundete dadurch unnütz Witterungseinflüssen ausgesetzt. Vor allem wurde er beim Abziehen der Kleider unnütz bewegt und die schmutzige Unterwäsche über die Wunden hinweggezogen, so daß eine sekundäre Infektion gar nicht zu vermeiden war. Von dem Aufschneiden des Oberschenkelteils, am besten in der Innennaht, und Zurückklappen nach außen hätte zum Nutzen des Patienten in der vordersten Linie mehr Gebrauch gemacht werden können. Auch hat der mit dem Stiefel bekleidete Fuß weniger Neigung, nach außen zu rotieren, und der Arzt braucht Druckstellen an der Achillessehne und am Kalkaneus weniger zu fürchten.

Die Vorteile der Zuppingerschen Semiflexionsstellung führten dazu, auch für die Transportverbände aus Cramerschen Schienen derartige Lagerungen herzustellen. Es seien hier die Peisersche und die Rommelsche Schiene erwähnt (Abb. 105). Von diesen Kunstbauten als Transportverbänden ist im allgemeinen dringend zu warnen. Wenn sie nicht durch Umwickeln mit Gipsbinden zu starren Aufbauten gemacht werden, federn sie ungemein stark, sodann aber stehen sie auf den gewöhnlich nach der Mitte zu abfallenden Bezügen der Tragen schief und laufen Gefahr, umzufallen.



### β) Fixationsverbände mit Zugvorrichtung.

Der Vorteil, den die Extension bei der Behandlung der Oberschenkelfraktur vor der gewöhnlichen Fixation hat, wurde in der verschiedensten Weise auch für die Transportverbände anzuwenden versucht. Die hauptsächlichsten Methoden seien angeführt.

WEISSENSTEIN hat die gewöhnliche österreichische Feldtrage dazu benutzt. 6 handbreite Schlitten entlang der Tragestangen werden angebracht, durch welche die zur Befestigung des Beckens und des Beines an diese dienenden Tücher oder Binden geführt werden. Zwischen den Schlitten werden die gleich breiten Brücken des Tragetuches behufs Erhaltung der Tragfähigkeit des letzteren durch feste Bänder verstärkt. Die Extension wird durch Fixation des Beines an das Fußquerholz, der Gegenhalt durch ein Tuch (Leibgurt, aufgerolltes Beinkleid) erreicht, welches als Schlinge zwischen den Beinen durchgeführt und am Kopfquerholz befestigt wird. Diese Verbandart wird dem v. OETTINGEN ausgesprochenen Wunsch gerecht, daß der Verwundete bis zu seiner stationären Behandlung einen Wechsel seiner Lagerstatt nicht durchzumachen braucht. Gegen die Durchführung dieses an sich einleuchtenden Grundsatzes sprach jedoch im Weltkriege nur zu häufig der Mangel an Tragen gerade bei den vorderen Sanitätsformationen (Abb. 106 u. 107).

VON HACKER hatte in Anlehnung an die alte Listonsche oder Esmarchsche Schiene eine Holzlatte angegeben (Abb. 108.)

Eine 3 Finger breite und 1—2 Finger dicke Holzlatte wird an einem Ende zwickelförmig eingekerbt, am anderen Ende mit einem eingeschraubten Nagel oder auch mit einer Einkerbung versehen: diese Latte wird außen angelegt und an das Bein mit 5 Dreiecktüchern anbandagiert. Eine Binde geht quer um die Lende und eine um die Wurzel des Oberschenkels herum, beide passieren außen die erwähnte obere Kerbe und verhindern ein Hinaufrutschen der Latte. Eine Binde über und eine unter dem Kniegelenk fixieren dieses an sie. Endlich wird ein Dreiecktuch unten in Achtertour um die Knöchel herumgeschlungen und an dem Nagel befestigt. Dieser verhindert ein Abrutschen der Latte und extendiert das ganze Bein nach unten (evtl. durch Zwischenschaltung eines Gummidräns als elastische Zugkraft).

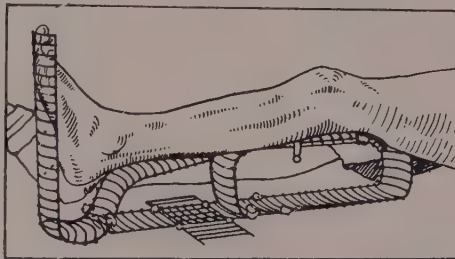


Abb. 105. Rommelsche Oberschenkel-schiene aus Cramerschen Leithschienen.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

Auf die Nachteile des Einknickens der Fragmente nach hinten, sowie auf die häufige Innenrotation hat STUBENRAUCH hingewiesen. Letzteres ist erklärlich, weil der an sich geringe Zug nicht in der mittleren Längsachse des Gliedes stattfindet, sondern nach außen verlagert ist.

Der Stubenrauchsche Transportschienenverband setzt sich zusammen:

1. aus einer hinteren Cramer-Schiene als Fixationsschiene;
2. aus einer äußeren Cramer-Schiene, deren unteres 12 cm langes Ende umgebogen wird, damit daran die Extension Platz findet;
3. aus einem Dauerzügel am oberen Ende der Extensionsschiene;
4. wird zur Vermeidung der Innenrotation ein 60 cm langer, 7 cm breiter, 0,2 cm starker Pappstreifen schleifenförmig unterhalb der Unterschenkelzüge durch die Extensionsschiene geführt. Nach vollendetem Verband wird das Bein in Extension gebracht (Abb. 109).

Um die Zugwirkung zu erhöhen, wurde, da bei einem Transport Gewichte nicht angebracht werden können, oft von der Töpferschen Flügelschraubenextension (s. Abb. 121) Gebrauch gemacht, welche an dem Steigbügelholzbrett angriff und mit dem rechtwinklig umgebogenen Schienenende in Verbindung gebracht wurde.

Aus dem Gefühl heraus, daß bei dem mangelnden Gewichtszug die Extension nicht stark genug und die Schienung einen zu kleinen Teil des Oberschenkelumfanges umgreift, wurden dann verschiedene Kombinationen von Gips- und Zugverbänden empfohlen.

Der Langesche Extensionsgehgipsverband ist ein unter starker Extension angelegter Gipsverband (LANGE hat dazu einen besonderen Rahmen angegeben).

Ihm wird diesseitigen Erachtens mit Recht von PERTHES, JÜNGLING u. a. vorgeworfen, daß er tatsächlich keinen Zugverband darstellt. Denn ein Zug muß dauernd wirken. Bei ihm aber werden die Extensionszügel, wenn auch unter Span-

nung, umgeschlagen und in den Verband hineingebracht. Damit hört die Zugwirkung tatsächlich auf, und das erreichte Resultat wird nicht festgehalten, weil der Gipsverband nicht direkt der Haut anmodelliert werden kann.

Der unterbrochene Gipszugverband nach DREYER ist aus der Abb. 110 erkenntlich. Eigentlich als Dauerzugverband eingerichtet, kann er auch als Transportverband benutzt werden durch Abhängung des Gewichtes und Anbinden der Schnur an den eingegipsten Stahlbügel.

Dasselbe Prinzip verfolgt der Heddaeussche Gipsverband. Er umfaßt Becken und Oberschenkel, läßt das Knie frei und gipst in den Oberschenkel einen langen Bügelrahmen hinein, an dem die Zügel

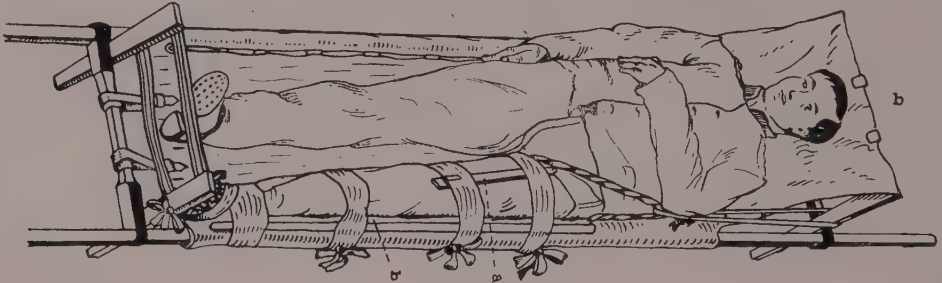


Abb. 106.

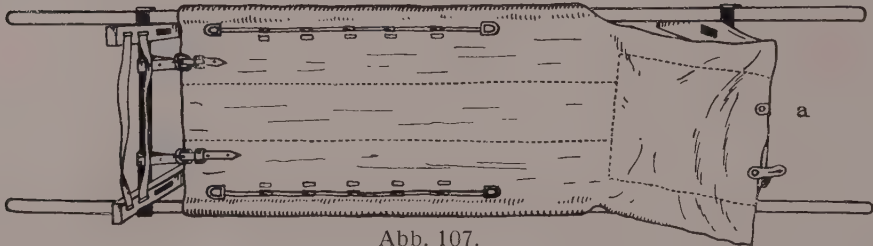


Abb. 107.

Abb. 106 u. 107. Zugverband auf Feldtrage nach Weißenstein.

(Aus Saar, Behelfstechnik.)

geknotet oder mit der Töpferschen Flügelschraube extendiert werden. Ähnlich ist auch der Kohlhardsche Verband (s. Abb. 121 auf S. 273).

Bei den Engländern und Amerikanern wurde nach BOWLBY ein ausgedehnter Gebrauch von den Thomasschen Extensionsschienen gemacht und damit eine bedeutend bessere Heilung erzielt (s. Abb. 111). Am proximalen Bügelring wird eine Gegenextension angebracht. Diese Schiene ist analog der alten Brunsschen Lagerungs- und Extensionsschiene; sie wurde, wo es ging, über den Kleidern angelegt. Indessen andere englische Chirurgen betonen, daß sie bei längerem Transport keine genügende Fixation gewährleiste.



Abb. 108. Hackerscher Lattenextensionsverband.

(Aus Saar, Behelfstechnik.)

Daß die vollkommen gleiche Brunssche Schiene bei uns Deutschen nicht verwandt worden ist, erscheint ebensowenig Zufall wie der Umstand, daß sämtliche Zugverbände zum Transport wenig bei uns angelegt wurden. Denn die kritische Betrachtung über ihren praktischen Nutzen führt zu folgendem Urteil: Zu einer wirksamen Extension bei Oberschenkelfrakturen sind größere Gewichtsmengen von 30—40 Pfund, mindestens aber 10 Pfund, notwendig. Diese werden durch das einfache Verknoten der in Extension gehaltenen Bindezügel an Widerhalten gar nicht erreicht. Die Extension wird um so eher zu einer scheinbaren, als der Bindenzügelstoff der retrahierenden Wirkung der Beinmuskulatur nicht genügend Widerstand leistet. Dabei wird die Schlechtigkeit des Klebestoffes des Heftpflasters, die sich auch bei den Engländern und Franzosen im Laufe des Krieges fühlbar machte,

noch nicht einmal in Rechnung gesetzt. Die Flügelschraubenextension wirkt besser, ist aber einem Gewichtszuge von 30–40 Pfund im allgemeinen auch nicht gleich zu setzen. Bedenkt man ferner, daß die Erfahrung gelehrt hat, daß es praktisch für die Heilung nichts ausmacht, wenn die Extension erst nach 3–4 Tagen nach der Verwundung angreift, so besteht keine zwingende Notwendigkeit, den Zug schon bei den Transportverbänden in Kraft treten zu lassen. Wenn man aber ferner bedenkt, daß die Schienung der Fraktur auf Kosten der Extension meistens eine geringere ist, so

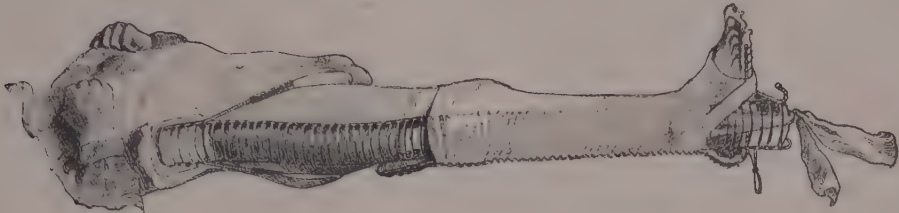


Abb. 109. Stubenrauchscherscher Extensionstransportverband.

(Aus Münchener Medizinische Wochenschrift, Feldärztl. Beilage 14, 1916.)

darf man sagen, daß gemeinhin der erwünschte Vorteil nicht durch die Nachteile überwogen wird. Und so stehen wir denn auf Grund der Erfahrungen des Weltkrieges (auch bei unserem Krankengeschichtenmaterial wurde in  $\frac{3}{4}$  sämtlicher Fälle Schienenverbände angelegt) nicht an, zu schließen, daß für die Oberschenkelschußfrakturen durchschnittlich als erste Transportverbände die richtig angelegten Schienenverbände die Normalverbände sind.

Weniger einheitlich ist die Frage nach dem besten Verband bei späteren Transporten zu entscheiden, welche zwischen den Feld- und Kriegslazaretten oder diesen

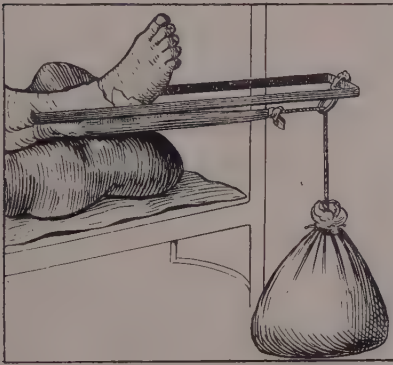


Abb. 110.

Dreyerscher Gipsverband mit daran angebrachter Zugvorrichtung.

(Aus Borchard-Schmieden, Die deutsche Chirurgie im Weltkriege, 2. Aufl., S. 292.)



Abb. 111.

Thomassche Extensionsschiene.

und den Heimatslazaretten stattfinden, nachdem eine, wenn auch manches Mal nur kurze stationäre Behandlung stattgefunden hat. Sie ist weniger von der Länge und der Art des Transportes als von dem Umstande abhängig, ob sich eine Infektion eingestellt hat und welcher Art sie ist. Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei allen Frakturen, bei welchen eine Infektion nicht oder nicht mehr oder nur in geringem Grad bestand, auf deutscher Seite der Gipsverband seine Souveränität sich gewährt hat, sei es als zirkulärer, sei es als gefensterter, sei es als Bügelgipsverband. Ausnahmen sind wohl nur dort vorgekommen, wo infolge der Abtransportverhältnisse der Termin so kurz vorher bekannt wurde, daß nicht mehr die Zeit blieb, um alle Frakturen zu gipsen. Auf der anderen Seite hat sich aber auch hier die zwingende Notwendigkeit



herausgestellt, überall da, wo die Infektion noch nicht abgeklungen war, namentlich, wenn es sich um mehrtägige Transporte handelte, leicht abnehmbare Schienenverbände anzulegen, um eine ständige Kontrolle der Wunden zu gewährleisten. Hier ist aber der Platz, darauf hinzuweisen, daß die Kriegserfahrung gezeigt hat, ein wie großer Fehler es ist, auch infizierte Oberschenkelschußfrakturen nach rückwärts zu transportieren. Grundsatz muß es sein, diese von jeglichem Transport auszuschließen. Ausnahmen, wie sie die Kriegsverhältnisse leider nur zu häufig mit sich bringen, haben sich fast immer am Verwundeten gerächt. Erst wenn der Patient 8 Tage fieberfrei ist, kann ein Transport vor sich gehen. Nun gibt es aber eine große Anzahl von Oberschenkelschußfrakturen, bei welchen die akute in die chronische Infektion übergegangen ist. Diese kann Monate dauern, und die Entscheidung, wann der Transport in die Heimat vorzunehmen ist, bedarf der Erörterung. Jeder Fall ist zu individualisieren, indessen darf gesagt werden, daß stationäre Infektionen mit nichtprogredientem Charakter, ein guter Allgemeinzustand vorausgesetzt, durchschnittlich am besten in der 4.—6. Woche nach einem heimatlichen Speziallazarett abtransportiert werden sollen, wenn die Verhältnisse im Frontlazarett keine Gewähr für eine dauernde, ungestörte spezialärztliche Behandlung bieten. Keinesfalls darf sich die im Kriege manches Mal aufgetretene Sucht, die Kriegslazarette regelmäßig zu entleeren, auf derartige Oberschenkelschußfrakturen erstrecken. Denn sie erfordern, wie wir weiter unten sehen werden, fast ebensoviele Todesopfer wie die schweren Kopf-, Brust- und Bauchschüsse.

Das Kapitel über den Transport darf nicht abgeschlossen werden, ohne die wichtige Frage zu berühren, wann man die Gefahr einer akuten Infektion als ausgeschlossen betrachten kann. Denn gerade mit Rücksicht auf die Häufigkeit und Langwierigkeit der Infektionen ist von zahlreichen Chirurgen die Forderung aufgestellt worden, die Oberschenkelschußfrakturen gleich nach der Verwundung möglichst schnell und weit nach hinten, am besten in die Heimat, zu transportieren. Sie besteht nach dem bisher vorliegenden Material zu Unrecht. Denn erstens zeigt ein Teil der Oberschenkelschußfrakturen in den ersten Tagen mehr minder hohes Fieber. Zwar kann dasselbe von selbst fallen und trotzdem eine reaktionslose Heilung eintreten. Aber es kann auch der Beginn einer schweren Infektion sein. Auf der anderen Seite zeigten viele Frakturen die ersten 4—5 Tage normale Temperaturen, und erst dann wurde die Infektion manifest. Drittens setzt erfahrungsgemäß innerhalb der ersten 7 Tage die akute Sepsis und noch häufiger das Gasödem ein. Daher ist zu verlangen, daß ein Zeitraum von mindestens 8 Tagen abgewartet wird, bis auch anscheinend reaktionslose Oberschenkelschußfrakturen einem Transport ausgesetzt werden, der länger als 3—4 Stunden dauert.

### c) Verlauf, Behandlung, Ausgang.

Der Verlauf einer Oberschenkelschußfraktur hängt von dem Kräftezustand des Verwundeten, der primären Blutung, der Infektion und der Behandlung der Wunde und des Knochenbruches, wozu in gewisser Weise auch der Transport gehört, ab. Als Gliedmaße mit dem stärksten Knochen und den umfangreichsten Muskelmassen liegen beim Oberschenkel die Verhältnisse am schwierigsten. Im speziellen sind sie allerdings, ganz allgemein gesagt, in gewisser Hinsicht günstiger als am Vorderarm und Unterschenkel, insofern als die Extensoren- und Flexorengruppe nicht, wie dort, aus mehreren übereinanderliegenden Muskellagen besteht. Nur in der massigen Adduktorengruppe finden wir den *M. adductor brevis* unter dem *Pectineus*, *Adductor longus* und *Gracilis*, und unter dem *Brevis* den mächtigen *Adductor magnus*. Blutungen und Eiterungen in dieser Gegend sind daher besonders schwer zu behandeln.

Die Oberschenkelschußfrakturen sind alle komplizierte Frakturen. Auch sie bestätigen den alten VOLKMANNschen Grundsatz, daß eine komplizierte Fraktur um so ernster zu bewerten ist, je größer die Kommunikation mit der Außenwelt ist. Aller-

dings muß den Schußfrakturen insofern eine andere Stellung eingeräumt werden, als das infizierende Trauma nicht eine von der Oberfläche in die Tiefe greifende Gewalt ist, sondern das in dem Körper steckenbleibende oder ihn durchheilende Geschöß, welches primär die Keime bei häufig engen Kanälen in die Tiefe trägt. Zuweilen kann der Verletzungsmechanismus durch große Granatstücke den Friedensgewalten sehr ähnlich sein, indem nur noch die reiße Komponente durch die Ecken und Kanten des Splitters hinzugefügt wird. Während also bei den komplizierten Frakturen des Friedens die sekundäre Infektion den Löwenanteil trägt, vergesellschaften sich bei den Schußfrakturen primäre und sekundäre Infektion jedesmal dann, wenn die Hautschußöffnungen die Kalibergröße überschreiten. Während die Gefahr der sekundären Infektion mit der Zunahme der Wunden steigt, kommt für die kalibergroßen Wunden die primäre Infektion fast ausschließlich in Betracht. Zum Glück muß nun die primäre Infektion nicht immer zu einer klinisch manifesten Entzündung führen. Wir treffen dieses Vorkommnis nicht nur bei den glatten Infanterieschüssen, sondern auch bei den kleinen hirsekorn- bis erbsengroßen, zuweilen auch größeren Granatsplintern, sowie in selteneren Fällen der Schrapnellkugelverletzungen. Vergleichen wir die MARWEDELSche Statistik wieder mit unserer, so ergibt sich folgendes.

## MARWEDEL.

	Zahl	Reizlos %	Infiziert %	Leicht %	Schwer %
Infanterie - Durchschuß . . .	30	13 = 43,3	17 = 56,6	4 = 13	13 = 43,3
Steckschuß . . .	5	1 = 20,0	4 = 80	2 = 40	2 = 40
Zusammen	35	14 = 40	21 = 60	6 = 17,1	15 = 42,8
Schrapnell- Durchschuß . . .	2	—	2 = 100	—	2 = 100
Steckschuß . . .	1	—	1 = 100	1 = 100	—
Zusammen	3	—	3 = 100	1 = 33,3	2 = 66,6
Granatspl.-Durchschuß . . .	13	—	13 = 100	1 = 7,6	12 = 92,3
Steckschuß . . .	8	1 = 12,5	7 = 87,5	1 = 12,5	6 = 75
Zusammen	21	1 = 4,8	20 = 95,2	2 = 9,5	18 = 85,7
Gesamtsumme	59	15 = 25,4	44 = 74,6	9 = 15,2	35 = 59,3

## FRANZ.

	Zahl	Reizlos %	Infiziert %	Leicht %	Schwer %
Infanterie - Durchschuß . . .	116	25 = 21,6	91 = 78,4	21 = 18,1	70 = 60,3
Steckschuß . . .	27	2 = 7,4	25 = 92,6	4 = 15	21 = 77,7
Zusammen	143	27 = 18,8	116 = 81,2	25 = 17,4	91 = 63,6
Schrapnell- Durchschuß . . .	13	1 = 7,5	12 = 92,5	3 = 23	9 = 69,2
Steckschuß . . .	37	3 = 8,1	34 = 91,9	8 = 21,6	26 = 70,3
Zusammen	50	4 = 8	46 = 92	11 = 22,0	35 = 70
Granatspl.- Durchschuß . . .	131	0 = 0	131 = 100	8 = 6	124 = 93,9
Steckschuß . . .	252	6 = 2,4	246 = 97,6	11 = 4,4	235 = 93,2
Zusammen	383	6 = 1,5	377 = 98,5	19 = 4,9	358 = 93,6
Gesamtsumme	576	37 = 6,4	539 = 93,6	55 = 9,5	484 = 90,5

MARWEDEL berechnet die reaktionslosen Heilungen bei Oberschenkelgeschußfrakturen durch das Infanteriegeschöß auf 40%, durch Granatsplitter auf 4,8%,

durch Schrapnellkugeln auf 0%. Unser auf 576 diesbezüglichen Krankengeschichten beruhendes Material ergibt wesentlich andere Zahlen, nämlich bei Infanterieschüssen 18,8%, bei Granatsplitterschüssen 15%, und bei Schrapnellschüssen 8% reaktionslose Heilungen.

Unter diesen reaktionslosen Heilungen dürfen nicht solche unter dem Wundschorf verstanden werden, obwohl auch das bei glatten Infanterieknöchenschüssen nicht so ganz selten ist und bei kleinen Granatsplittern hier und da vorkam. Meistens pflegte aus den Schußöffnungen, und gewöhnlich aus den Ausschüssen, stärker und länger eine seröse oder serös-eitrige Absonderung ohne jede sonstige lokale oder allgemeine Reaktion stattzuhaben, welche in 1—4 Wochen versiegte.

Die Prozentziffer an Infektion ist in der zweiten Tabelle bedeutend höher, nämlich 93,6% gegen 74,6%.

Zunächst ist ein Vergleich zwischen den Schrapnellverletzungen nicht möglich, weil die Ausgangszahlen bei MARWEDEL zu klein sind. Während die Infektion bei Granatsplitterverletzungen bei beiden Tabellen ungefähr die gleichen sind, sind die Infektionen bei den Gewehrscußverletzungen in meiner Tabelle bedeutend höher, nämlich 81,2% zu 60%. Diese Zahlen sind um so bedeutungsvoller, als die Fälle von MARWEDEL aus der ersten Zeit des Krieges, meine aus der Mitte desselben, also aus einer Zeit stammen, wo die primäre chirurgische Wunddesinfektion bei uns schon überall durchgeführt wurde. Die Erklärung muß darin gesucht werden, daß es in der späteren Zeit hauptsächlich Stellungskämpfe mit ihren häufigeren Querschlägern waren. Ferner ist interessant, daß bei allen drei Geschoßarten in der späteren Zeit die schwere Infektion trotz primärer Wunddesinfektion eine höhere war. Eine Begründung dafür ist nicht mit Sicherheit möglich. Entweder spielen die geringeren Ausgangszahlen von MARWEDEL eine Rolle, oder aber seine und die Annahme vieler Chirurgen wird dadurch bestätigt, daß die Infektionen im Laufe des Krieges schwerere wurden, weil die Widerstandskraft des Körpers durch die vermehrten Strapazen und die schlechtere Ernährung infolge der Hungerblockade abnahm.

Der Satz MARWEDELS, daß Steckschüsse bei Knochenfrakturen nur bei Infanteriegeschossen die Infektionsgefahr erhöhen, hat sich auch uns bestätigt. Für die Granatsplitter- und Schrapnellknöchenschüsse bleibt es ganz gleichgültig, ob es Durch- oder Steckschüsse sind. Vergleichen wir diese Infektionszahlen mit denen anderer deutscher und ausländischer Autoren (CRILE hatte z. B. unter 1700 Fällen 18% Heilungen p. primam, nur LEDERGERBER und ZOLLINGER berichten unter 500 Fällen von nur 6 aseptischen Heilungen, d. h. also nur in 1%), so ist unsere Zahl eine bedeutend höhere. Allein das hat wohl seinen Grund darin, daß der Begriff der klinischen Entzündung verschieden aufgefaßt worden ist.

Die Infektionen sind verschiedener Art gewesen, pyogene und Gasbazillen waren ihre Erreger. 20% derselben entfallen auf die letzteren.

#### a) Gasödem.

Die große Häufigkeit und die Mortalität des Gasödems am Oberschenkel braucht bei der Größe des Gliedes und seinem Muskelreichtum nicht wunderzunehmen. Es kam mehr als doppelt so häufig bei den Oberschenkelschußfrakturen als wie bei den reinen Weichteilschüssen vor, während die Sterblichkeit bei beiden Verletzungsarten ziemlich gleich war.

An dieser Wundinfektion erkrankten unter unseren sämtlichen 1803 Oberschenkelschüssen 172, d. h. 9,4%, und zwar von den 711 Schenkelschußfrakturen 101 = 14,2%, von den 1092 Weichteilschüssen 71 = 6,5%. Die Mortalität im Verhältnis zu sämtlichen Oberschenkelschüssen betrug 7,2%, im Verhältnis zu der der erkrankten Fälle im ganzen 71,2%, die der Knochenschüsse 72,3%, die der Weichteilschüsse 69,4%. Diese Mortalitätsziffer ist eine sehr hohe; sie übersteigt die MARWEDELSche von 57,2%



um ein bedeutendes. Diese Ziffer wird aber noch höher, wenn man erfährt, daß unter den lebend gebliebenen 13 Fälle hinsichtlich ihrer Diagnose zweifelhaft sind. 4mal handelte es sich augenscheinlich nur um exogene Luft bei Granatsplittersteckschüssen, 1mal um ein vereitertes, gashaltiges Hämatom, und in 8 Fällen erscheint es nach den Krankenblättern nicht ganz klar, ob es sich nicht um eine gewöhnliche putride Infektion gehandelt hat. Wenn man diese zweifelhaften Fälle noch abzieht, so würde die Mortalität auf 77% sich steigern.

Von Interesse ist es nun, festzustellen, in wie vielen Fällen

1. Gasödem trotz primärer Wundrevision aufgetreten ist und
2. in wie vielen Fällen es davon zum Tode geführt hat.

Die Krankengeschichten geben über die primäre Wundrevision keine klare Auskunft. Nur 33mal ist sie als solche erwähnt und anzusprechen. Meistens fand sie erst am Ende der ersten 24 Stunden statt, aber 12mal doch innerhalb der ersten 6 Stunden, also des von FRIEDRICH angegebenen Zeitraumes (1mal nach 1½, 2mal nach 2 Stunden, 3mal nach 3 Stunden, 2mal nach 4 Stunden, 1mal nach 5 Stunden, 3mal nach 6 Stunden), und trotzdem trat das Gasödem auf. Nur 3 von ihnen blieben am Leben. Auch in einem Falle, der nach 17 Stunden revidiert wurde und sogar mit Vuzin infiltriert wurde, trat Gasödem und Tod ein. Da der Prozentsatz der primär Revidierten zwischen den am Leben Gebliebenen und den Gestorbenen fast der gleiche (nämlich 6,3% bzw. 7,7%) ist, so ist ein Schluß, daß die Revidierten eher am Leben geblieben seien, nicht möglich. Allerdings sind die Zahlen zu klein und, wie oben gesagt, die Unterlagen nicht ganz einwandfrei.

Von Interesse ist, daß in 11 Fällen vom Gasödemserum teils prophylaktisch (3mal), teils kurativ (8mal) Gebrauch gemacht worden ist. Nur 2 Fälle sind mit dem Leben davongekommen, darunter einer, welcher kurativ durch Umspritzung mit Serum (KLOSE) und intraarterieller Einspritzung von 10 ccm nach HEDDAEUS behandelt worden ist.

Die Untersuchung der Frage, ob die Größe der Wunden auf die Entstehung von Gasödem von Einfluß ist, hat nach den vorliegenden Angaben (zahlreiche fehlen) ergeben, daß in 49 Fällen, d. h. in mehr als  $\frac{1}{3}$  der Fälle, große Wunden, über fünfmarkstückgroß, verzeichnet sind. In vielen handelte es sich um handtellergröße, in einigen um riesige Weichteilverletzungen. Von Bedeutung ist es, daß in 9,5% multiple kleine und große Verletzungen vorlagen. Es bestätigt das die auch sonst bekannte Tatsache, daß multiple, auch kleine Granatsplitterverletzungen zu dieser Erkrankung neigen.

Der Zusammenhang von Gefäßverletzungen mit Gasödem ergibt sich daraus, daß in 22% (38 Fällen) starke Blutungen stattgefunden hatten, darunter nur in wenigen Fällen venöser Art. 11mal war die Femoralis, davon 6mal in Gemeinschaft mit der Vene, verletzt. 27mal kamen die Patienten in schwer ausgeblutetem Zustande schon auf dem Hauptverbandplatz oder Feldlazarett an, z. T. noch mit dem elastischen Schlauche, ohne daß über die Quelle der Blutung eine Angabe gemacht ist. Es beweist das die bekannte Tatsache, daß die schlechte Bluternährung der verwundeten Gewebe die Disposition zur Erkrankung erhöht.

Von Interesse ist ferner die Art des Geschosses. In 158 Fällen liegen Aufzeichnungen vor. 107mal handelte es sich um Granatsplittersteckschüsse, 10mal um Schrapnell-, 4mal um Infanteriesteckschüsse, demnach Steckschüsse in 70,2%. Bei den Durchschüssen waren 34 Granatsplitter, 1 Schrapnell und 12 Infanteriegeschosse mit kalibergroßen Wunden. Aus diesen Zahlen ergibt sich, daß die Artillerie-, Handgranaten-, Gewehrgranaten- und Fliegerbombensplitter mit 89,2%, die Schrapnelle mit 6,9% und die Infanteriegeschosse nur mit 10,1% beteiligt waren. Da dieses Verhältnis nicht dem der Verwundungen durch die einzelnen Geschosarten entspricht (68,1% : 8,9% : 23%), so ergibt sich, daß die Granatsplitterverletzungen an sich

am meisten zu Gasödemem disponieren. Aus demselben Grunde trifft das auch auf die Steckschüsse zu (s. S. 226 u. 234).

Auch hinsichtlich der Einwirkung des Bodens geben die Fragebogen Aufschluß. In 76,4% handelt es sich um Humusboden, in 23,6% um Stein-, Kreide- oder Sandboden. In 6,5% handelt es sich um felsigen Boden Makedoniens, wo sich nur geringe Humusschichtdeckung findet. Besonders erwähnenswert ist, daß 4 Leute in Stuben getroffen wurden. Auch die Witterung ist (108mal) angegeben, die in 62% trocken oder sonnig war. Diese Tatsache stimmt mit den von R. FRANZ am Isonzo gemachten Erfahrungen nicht überein, nach welchen sich die Gasödemfälle bei regnerischer Witterung häuften. Die Jahreszeiten spielen ebenfalls keine entscheidende Rolle. Wir finden alle 4 vertreten. Der starke Frost Rußlands bei trockener Witterung ist ebenso vertreten wie der tropische heiße, trockene Sommer Mazedoniens. Überraschend ist, daß auf die Monate April, Mai, Juni zusammen die meisten Erkrankungen fallen, bedeutend mehr als auf die Monate Oktober, November, Dezember, und daß die Monate Juli und August an Zahlen den Monaten Januar und Februar gleichkommen, und diese Zahlen sehr niedrig sind. Besonders auffallend ist, daß die Erkrankungen in Mazedonien, mit 2 Ausnahmen, in den heißen Monaten Mai und Juni bei trockenem Wetter stattfanden. Auch in den wenigen Fällen mit reinem Sandboden an der belgischen Küste handelte es sich immer um trockene Witterung. Durch diese Zahlen ist wiederum erhärtet, daß weder der Boden noch die Witterung, noch die Jahreszeit maßgebende Faktoren für die Erkrankung an Gasödem sind. Denn der hohe Prozentsatz von 76,4% Lehm- oder Humusboden darf in diesem Sinne nicht verwertet werden, weil diese Bodenart an sich auf den Kampfschauplätzen häufiger vertreten war und demnach die Gesamtsumme der Verwundungen auf ihr größer war. Und da wir wissen, daß auch im Luftkampf verwundete Soldaten der Erkrankung anheimfielen, so bleibt zur Erklärung nur die Möglichkeit, daß es meistens die Staub-, Erd- und Schmutzpartikel der Kleidung sind, welche die gefahrbringenden Keime in sich bergen. Dabei handelt es sich nicht nur um die Tuchkleidungsstücke, denn in einigen Fällen ist ausdrücklich angegeben worden, daß die Leute Drillichzeug oder Khaki anhatten. Vielleicht kommt auch der Erdschmutz der Haut in Frage.

Die Frage, ob das lange Unverbundensein der Wunden oder der schwierige Transport einen Einfluß gehabt hat, wird ebenfalls durch die Notizen der Krankenblätter beleuchtet. Lange unverbunden lagen nur 2 Verwundete (nämlich 2 und 3 Tage im verschütteten Stollen). Sonst waren die Betroffenen meistens bald nach der Verletzung, wenn auch zuweilen nur mit einem Notverband, versehen worden. Die Dauer des Transportes war ebenfalls eine auffallend günstige. 50% hatten nur eine Transportdauer von 1—3 Stunden, 88,6% eine solche von 1—7 Stunden. Tagelang wurden nur wenige transportiert. Die Transportart waren meistens Sanitätsautos oder Pferdekrankenwagen, nur selten Panjewagen mit Strohschüttung, die, wenn letztere gut ist, ein an sich vorzüglicher Transport ist, sofern er nicht zu lange dauert. In etwa 6% werden schlechte Wege angegeben. Auch wenn nach der Art des ersten Transportes vom Ort der Verwundung nach rückwärts geforscht wird, so darf nicht behauptet werden, daß die an Gasödem Erkrankten einen in dieser Hinsicht besonders schwierigen Transport durchgemacht hätten. Denn nur in 10% finden wir Aufzeichnungen, daß die Verwundeten in Zeltbahnen oder auf dem Rücken der Kameraden weggebracht wurden. Meistens waren es Graben- oder andere Krankentragen. Jedenfalls findet sich hier kein Unterschied gegenüber den Transporten bei den anderen Oberschenkelschüssen, die nicht an Gasödem erkrankten.

Hinsichtlich des Beginnes der Erkrankung ergibt sich aus den Unterlagen, daß er in 90,1% innerhalb der ersten 48 Stunden fällt, worauf C. FRANZ und COENEN schon früher aufmerksam gemacht haben. Der größere Teil, nämlich 57,4%, fällt auf den Zeitraum der ersten 24 Stunden. Auf den 3. Tag entfallen noch 14,7%; in

den weiteren Tagen nimmt die Disposition ab. Jenseits der ersten Woche gehören die Erkrankungen zu den Seltenheiten, doch kommen sie vor. So ist z. B. ein Fall nach 15 Tagen noch aufgetreten. Die gefährlichste Zeitspanne fällt demnach zusammen mit dem Zeitraum, wo der Verwundete die wenigste Ruhe hat, wo er mehrfache Transporte durchzumachen pflegt und von einer ärztlichen Hand in die andere wandert. Zieht man ferner in Erwägung, daß die Anzahl der Verwundeten nach größeren Kampfhandlungen eine große ist, und die Aufmerksamkeit der Ärzte und des Pflegepersonals durch viele dringliche Operationen und durch den dauernden Abschub in Anspruch genommen ist, so wird es leicht erklärlich, daß der erste Beginn leicht übersehen werden kann und die operativen Maßnahmen daher oft schon zu spät kommen. Dazu kommt, daß der Grundsatz, daß ein Gasödem ebenso eine dringliche Operation erheischt wie eine Blutung, tracheale Asphyxie oder eine Bauchschußverletzung, sich im Weltkriege noch nicht überall Bahn geschaffen hatte.

Und eine andere Folgerung ist aus dieser zeitlichen Berechnung des Eintritts zu ziehen, daß Oberschenkelgeschüsse, namentlich die Weichteilschüsse, mit großen tiefen Wunden und sämtliche Frakturen grundsätzlich nicht vor Ablauf von 7 Tagen abtransportiert werden sollen, sowie daß sie prinzipiell jeden Tag verbunden und auf diese Infektion untersucht werden müssen. Dadurch verbietet sich während dieser Zeit auch ein zirkulärer Gipsverband von selbst.

Von Interesse war ferner die Frage, wie lange nach dem manifesten Eintritt des Gasödems sich mit und ohne ärztliche Maßnahmen der Tod einstellte. 36% sämtlicher Toten starben innerhalb der ersten 24 Stunden, 65,5% innerhalb der ersten 48 Stunden und 73,7% innerhalb der ersten 72 Stunden. Mit jedem weiteren Tage nimmt die Todesziffer ab, und auch hier kann man sagen, daß Todesfälle nach 7 Tagen zu den Seltenheiten gehören. Bezeichnend ist es, daß der Tod in einer großen Zahl von Fällen wenige Stunden oder unmittelbar nach einer Operation eintrat, gleichgültig, ob es sich um Inzisionen oder um Amputationen bzw. Exartikulationen handelte. (Übrigens führten die Exartikulationen alle, bis auf eine, welche sogar noch einen Tetanus überstand, zum Tod.) Letztere Tatsache, zusammen mit der großen Mortalität der Amputierten überhaupt, gibt zu denken. Denn unter sämtlichen wegen Gasödem Amputierten starben hier 72%, während C. FRANZ — die Gesamtzahlen sind nicht wesentlich verschieden, 53 und 57 — auf seine Fälle nur 35,1% berechnet. Es wird der Eindruck wachgerufen, als wenn die Amputation entweder zu spät oder nicht unter Berücksichtigung gewisser technischer Maßnahmen, wie Schnelligkeit der Operation, Erhalten des Blutes des abzusetzenden Gliedes durch vollkommene Blutleermachung, intravenöse Kochsalzinfusion während der Operation, und vor allem Anwendung des kurzen Chloräthylrausches, gemacht worden ist. Die Gleichheit der Todesziffern bei Inzisionen und Amputationen spricht ferner gegen den oft gemachten oder geschriebenen Einwand der Ärzte, daß die Patienten zu einer Amputation zu schwach seien. Im Gegenteil: die Amputation ist der schnellere und ungefährlichere Eingriff. Genaue Wundrevisionen mit anatomischer Präparation und Exstirpation der erkrankten Muskelbäuche erfordern auch beim Geübten viel längere Zeit und eine längere Abschnürung des Gliedes. Letztere setzt aber, wie die Versuche von RICKER und HARZER ergeben haben, die Widerstandsfähigkeit der Gewebe gegen die Gasbazillen herunter. Wenn man andererseits diese Schädigung durch Ausschalten der Blutleere umgehen will, so kosten diese Inzisionen dem Patienten viel mehr Blut als eine Amputation. Alle diese Überlegungen müssen den Operateur, der das Leben erhalten will, der Amputation von vornherein geneigter machen, sofern das Gasödem nicht im Beginn und ohne toxische Allgemeinerscheinungen ist und nur einen Muskel befallen hat. Quer- und Diagonalschüsse sind auch bei reinen Weichteilschüssen meistens keine guten Angriffsobjekte für Inzisionen allein.

Amputiert bzw. exartikuliert wegen Gasödem wurden 32,4%, und zwar von den Knochenschüssen 34,6% und von den Weichteilschüssen 20,9%. Vergleichen wir



die Zahlen der Amputierten bei den Lebengebliebenen und den Toten, so ergeben sich bei den ersteren 29,6% unter den Knochenschüssen, 19% bei den Weichteilschüssen, bei den letzteren 36,2% unter den Knochenschüssen und 33,3% bei den Weichteilschüssen. Die Zahl der Amputierten unter den Gestorbenen ist demnach eine größere, und man könnte leicht den Nutzen dieser Operation für die Heilung des Gasödems in Zweifel ziehen. Allein die größere Zahl bei den Toten, besonders auch bei den reinen Weichteilschüssen, deutet nur darauf hin, daß diese Fälle von vornherein schwerer waren, so daß sich die Ärzte überhaupt eher zur Amputation entschlossen, allerdings nicht selten zu spät. Das allgemein durch Felderfahrungen gezeitigte Urteil, daß sonst verlorene Fälle häufig noch durch Amputation gerettet sind, kann dadurch nicht beeinflußt werden. Dagegen bedarf der von FRANZ und einigen anderen Autoren aufgestellte Satz, daß die Komplikation von Gasödem mit Schußfrakturen der langen Röhrenknochen in jedem Falle die Amputation bedingt, nach unseren Zahlen einer gewissen Berichtigung. Denn nach obiger Statistik sind 70,4% der am Leben gebliebenen Oberschenkel-schußfrakturen ohne Amputationen nur mit Inzisionen behandelt. Allein diese nackten Zahlen täuschen. Denn ihnen steht gegenüber, daß die Durchsicht der Krankenblätter der an Knochenschüssen Gestorbenen dem Leser in 10% die Frage aufzwingt, weshalb nicht amputiert worden ist, um das Leben zu retten zu versuchen. Wenn FRANZ mitteilt, daß die mit Inzisionen und Amputationen Behandelten alle starben, während von gleich mit Amputationen Behandelten nur 16,6% dem Tode anheimfielen, so findet das auch einen Beleg in unseren Krankengeschichten, nach welchen von 10 Amputierten, welche vorher mit Inzisionen behandelt worden waren, alle bis auf einen starben, während 27 sofort beim Auftreten von Gasödem Amputierten mit dem Leben davonsamen. Vor allem muß mit Recht die Frage aufgeworfen werden, wieviel der gestorbenen Oberschenkel-schußfrakturen, welche nur mit Inzisionen behandelt wurden, und das sind 63,8%, durch eine sofortige Amputation hätten gerettet werden können. Immerhin läßt sich nicht leugnen, daß von 103 Oberschenkel-schußfrakturen mit Gasödem (76 Tote und 27 Lebende zusammen) 16,5% durch Inzisionen allein am Leben erhalten wurden. Die Möglichkeit, bei leichteren Infektionen damit zum Ziele zu kommen, besteht also. Indessen wird der sicherere Weg immer der sein, daß man amputiert, weil die Diagnose, ob die Infektion leicht oder schwer ist, in den meisten Fällen nicht zu stellen ist. Durch dieses Vorgehen wird man mehr Leben retten, wenn man auch vielleicht diesen oder jenen unnütz amputiert. Von Interesse ist aber die Tatsache, auf die FRANZ schon früher hingewiesen hat, daß genau wie beim Tetanus die vor dem klinisch manifesten Gasödem durch die Schwere der Verletzung bedingte und ausgeführte Amputation die Infektion nicht in jedem Falle verhindern muß. Denn auch von unseren Fällen starb 1 Mann an Gasödem trotz einer solchen Frühamputation.

#### β) Pyogene Infektionen. Sepsis.

Wie viele der pyogenen Fälle Sepsis waren, läßt sich nur ungefähr berechnen. Zunächst sind die daran Gestorbenen und die am Leben gebliebenen Amputierten dazuzurechnen, das macht von den Infektionen 26,9%. Aber gewiß sind auch unter den ohne verstümmelnde Operationen durchgekommenen noch eine Anzahl von Fällen, welche bei der Möglichkeit bakteriologischer Blutuntersuchungen der Sepsis hinzuzuzählen wären. Hervorgehoben sei, daß wir unter allen 576 Oberschenkel-frakturen nur einmal eine klinische Pyämie mit Gelenkeiterungen sahen. Da aber nicht alle Fälle von klinischer Sepsis seziert wurden, so ist es sehr wohl denkbar, daß sich auch unter diesen noch Fälle von Pyämie nach pathologischen Gesichtspunkten gefunden hätten.

Der Verlauf der pyogenen Infektionen ist, wie alle Autoren berichten, kein typischer gewesen, sowohl hinsichtlich der lokalen als der allgemeinen Erscheinungen.

Es ist das natürlich, da Virulenz der Bakterien und Umfang der Zerstörungsnekrosen verschiedene waren. Die Schwellungen allein waren nicht maßgebend. Denn infolge des starken kollateralen Ödems, der starken Auseinanderspaltung des Knochens und der großen Blutergüsse fanden sich namentlich am unteren Drittel enorme Schwellungen, die dem Unkundigen leicht das Bild einer Infektion vortäuschen konnten. Die Hautreaktionen waren oft durch starke Sugillationen verwischt oder traten bei tiefen primären Infekten erst relativ spät in die Erscheinung. Andererseits pflegten Schwellung und besonders Rötung vollkommen zu fehlen bei jenen Individuen, welche durch die Strapazen und den Hunger oder vorhergehende Darmkatarrhe an sich sehr heruntergekommen waren, oder bei denjenigen Verwundeten, welche infolge besonderer Begleitumstände nicht gleich geborgen werden konnten und außer dem Blutverlust noch dem Hunger und Durst für einige Zeit ausgesetzt waren. Einen sehr unsicheren Indikator bildete in den ersten Tagen die Temperatur. Zunächst war die Transporttemperatur häufig irreführend. Ihr Wesen ist nicht eindeutig. Drei Momente kommen für sie in Betracht. Einmal die Resorption des Blutes. Denn es ist zweifelsfrei, daß auch aseptische Hämatome Temperaturen bis  $39,0^{\circ}$  bedingen können. Zweitens die Resorption von Stoffen aus dem zerstörten Gewebe (histogene Gifte). Drittens — und dieser Faktor spricht wohl bei fast allen Schußfrakturen mit — die Infektion. Der Charakter der Transporttemperatur ist eine mehrtägige Continua

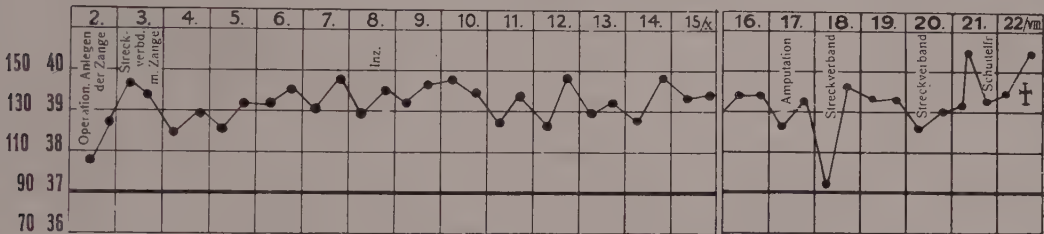


Abb. 112. Oberschenkelchußfraktur mit typischer Sepsiskurve. Kniegelenkvereiterung. Amputation zu spät. Stirbt nach 3 Wochen.

von verschiedener Höhe, die gewöhnlich lytisch abfällt. Durchschnittlich pflegt sie nicht länger als 3 Tage zu dauern. Aber in den ersten Tagen mit Sicherheit ihre Diagnose zu stellen, ist fast unmöglich. Ein sonstiger vorzüglicher Allgemeinzustand kann manches Mal den Fingerzeig abgeben. Allein die Transporttemperatur kann in vielen Fällen selbst bei ungünstigem Transport fehlen, so daß diejenigen nicht unrecht zu haben scheinen, welche sagen, daß Transporttemperaturen, auch wenn sie schnell abfallen, immer auf eine Infektion zurückzuführen sind.

Der Charakter des Fiebers ist bei wirklicher Infektion proteusartig. Tatsache ist es, daß wir und andere (JÜNGLING, PERTHES) die Beobachtung gemacht haben, daß eine große Reihe von infizierten Oberschenkelchußfrakturen 4–5 Tage fieberfrei verlaufen und nun ein allmählich ansteigendes Fieber als Anzeichen der Infektion einsetzt. Diese Fälle geben bei richtiger Behandlung im allgemeinen eine günstigere Prognose. Denn sie beruhen auf einer milderen Infektion, welche sich auf dem Boden der starken Destruktion des Gewebes allmählich entwickelt. Wir fanden ferner Fälle mit anfänglichen hohen Intermissionen, die nach längerer Zeit in eine Continua übergingen. Häufiger war allerdings das umgekehrte Verhalten (s. Kurve Abb. 112). Nicht so selten sind auch die Fälle, in welchen nach wechselndem Fiebertyp mehr weniger lange Perioden mit normaler Temperatur plötzlich wieder mit intermittierenden Perioden abwechseln, ohne daß immer nachweisbare Abszesse sich finden (s. Kurven Abb. 113–115). Dieselben sind augenscheinlich bedingt durch Vereiterungen der Nekrosen von Herden oder durch Aufflackern von schon beruhigten Infektionen aus Anlaß von Transporten oder durch ungehörige Manipulationen bei Verbandwechseln. Einzelne beigefügte Fieberkurven mögen

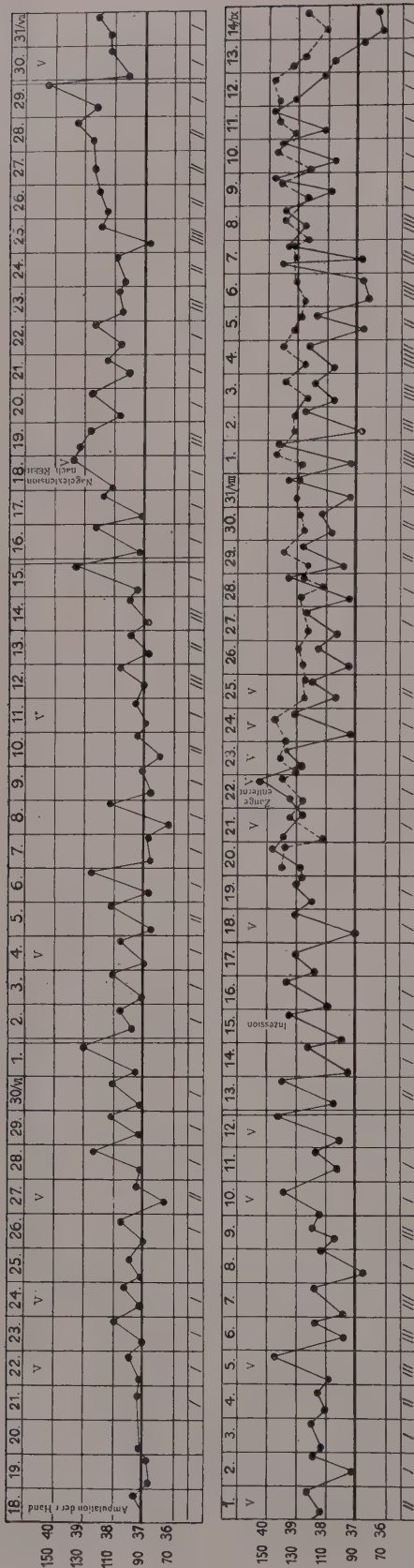


Abb. 113. Oberschenkelchußfraktur. An chronischer Sepsis gestorben ohne Amputation.

das erläutern, ebenso wie die Kurve Abb. 116 den Fall darstellt, daß selbst die Sepsis fieberfrei verlaufen kann. Über die Dauer des Fiebers läßt sich ebenfalls nichts Charakteristisches sagen. Sie schwankte in unseren Fällen zwischen 14 und 41 Tagen; durchschnittlich betrug sie 3 Wochen. Schüttelfröste sind nur bei Patienten verzeichnet, wo gleichzeitig eine Thrombophlebitis der Venen vorlag und in dem einen Falle von typischer Pyämie mit Gelenkmetastasen. Doch sei darauf hingewiesen, daß die Schüttelfröste auch bei den Thrombophlebiten meistens fehlten, und daß auch das Auftreten starker Ödeme oft vermißt wurde, wohl weil die Lichtung der Vene nicht völlig verlegt wurde. Nur ein Drittel der Sepsisfälle starb innerhalb von 6 Tagen an akuter Sepsis, die anderen erlagen einer mehr chronischen Sepsis oder häufig auch dem chronischen abundanten Säfteverlust. Die Friedenschirurgen erfuhren es durchschnittlich als etwas vollkommen Neues, wie ungeheuer die Eiterung bei Oberschenkelfrakturen sein kann. 3- und 4-malige tägliche Verbandwechsel genügten nicht, um das Sekret abzusaugen. Gerade diese stark eiternden Oberschenkelchußfrakturen waren es, welche instinktmäßig wieder zu der alten „offenen Wundbehandlung“ von VINCENZ v. KERN zurückführten. Da, wo nicht die Amputation oder der Tod den Leiden ein Ende machten, vergingen Wochen und Monate eines schweren, schmerzhaften Krankenlagers, bis eine Heilung eintrat. Und auch diese war oft keine vollständige, da Fisteln zurückblieben, welche zu späteren Nachoperationen zwangen. Jedenfalls haben eine Reihe von Fällen 1½–2 Jahre gebraucht, bis sie aus dem Krankenhause entlassen wurden. Und das Resultat war zuweilen auch dann noch ein trauriges, weil der Patient mit seinem unbeweglichen, nicht ordentlich belastungsfähigen ödematösen Bein im Erwerbsleben nichts anzufangen wußte. Leider liegen Statistiken darüber nicht vor. Man könnte sonst an der Hand derselben vielen Ärzten beweisen, wie unrichtig ein zu ausgedehnter Konservatismus ist, und wie selbst, wenn die akute Sepsisgefahr vorüber ist, die Frage der Amputation nie aus dem Auge verloren werden darf, wobei soziale Verhältnisse, namentlich hinsichtlich des Berufes, eine große Rolle spielen.



Von Interesse ist die Anteilnahme des Knochenmarks an dem infektiösen Prozeß. Während einige Autoren die akute Osteomyelitis besonders betonen, wird ihre Gefährlichkeit und Häufigkeit von der überwiegenden Mehrzahl der Chirurgen nicht besonders befürchtet. Zunächst ist es Tatsache, daß sie, abgesehen von den Fällen mit Fissuren, sich nicht sehr weit von den Fragmentenden in das Mark hinein erstreckt. Sodann ist kein Fall in der Literatur des Weltkrieges bekanntgeworden, daß von einem osteomyelitischen Herd im Femur nun eine Propagation auf andere Röhrenknochen stattgefunden hätte. Der Grund hierfür darf wohl darin gesehen werden, daß der Infektionsherd im Mark nicht wie bei der gewöhnlichen akuten hämatogenen Osteomyelitis von einem geschlossenen knöchernen Wall umgeben ist, sondern freien Abfluß nach außen hat.

Hingewiesen sei noch auf eine eigentümliche Form der Infektion, nämlich die progrediente Faszienphlegmone, die wir dreimal, und zwar zweimal bei Oberschenkelchußfrakturen und einmal bei einem Oberschenkelweichteilschuß beobachten konnten. Sie verlief alle dreimal tödlich, wohl weil die Ärzte sich nicht frühzeitig zur Amputation entschließen konnten. Diese Erkrankung war zu erkennen an einer raschen Schwellung des Gliedes hauptsächlich an der äußeren Peripherie mit blassem Ödem. Hautrötungen waren in ganz schwacher Form entsprechend einem blassen Erysipel vorhanden. Fluktuation fehlte. Beim Einschneiden fand sich zwischen Haut und Faszie eine Schicht dünnen gelben Eiters. Die ganze Fascia lata war zu einer grünlichgelben, eitrigen Masse umgewandelt, die sich zum Teil in Fetzen von der Muskulatur abziehen ließ, zum Teil ihr noch fest anhaftete. Die Muskulatur war blaß, aber frei von eitriger Einschmelzung. Die Phlegmonen waren in wenigen Tagen schnell fortgeschritten und hatten zu einem schweren Allgemeinzustand mit hohem kontinuierlichen oder remittierenden Fieber geführt.

Zu erwähnen ist noch die Pyocyaneusinfektion, die gerade bei den Oberschenkelchußfrakturen am häufigsten und am schwersten von allen Schußfrakturen vorkam. Je dekrepider der Allgemeinzustand war, um so leichter trat sie ein, und um so schwerer war sie zu bekämpfen.

Neben dem Gasödem und der Sepsis hat das Erysipel im Weltkrieg bei Oberschenkelchußfrakturen nur eine geringe Rolle gespielt. Es kam unter unseren Fällen in 1,4% vor, gestorben ist daran keiner, während im Krieg 1870/71 2,2% an Wundrose erkrankten und 39,2% davon starben. Wir fanden es selten bei den frischen

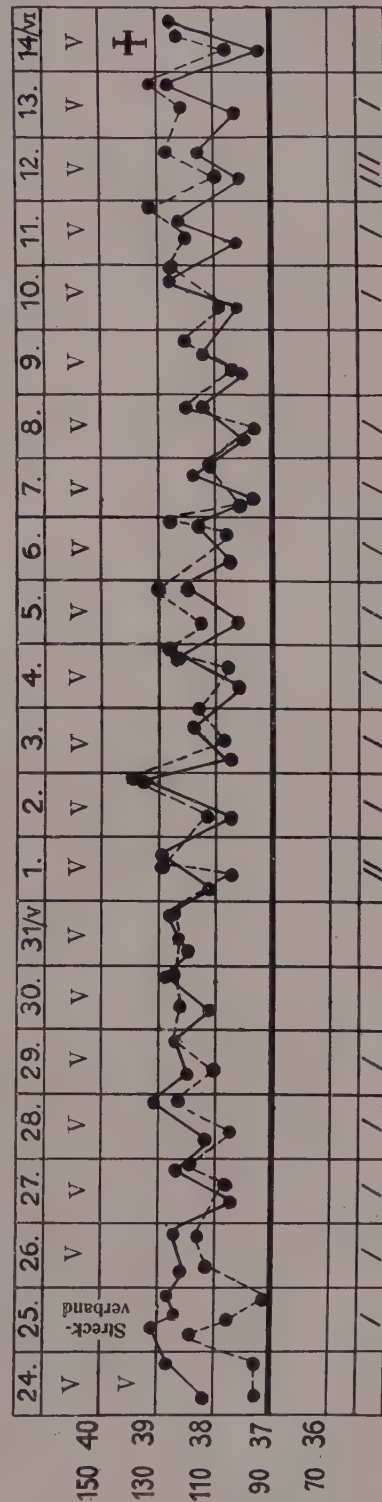


Abb. 114. Oberschenkelchußfraktur. In 14 Tagen an Sepsis gestorben. Keine typische Kurve. Fieber vom 3. bis 10.4. nur um 38° herum.

Fällen an der Front, sondern in der Hauptsache in den rückwärtigen Lazaretten, namentlich bei den alten fistelnden Wunden.

Die Behandlung dieser Schußverletzung erfordert große Erfahrung in der Wund- und Frakturbehandlung, und es erscheint das Wort von WINFRIED PERKINS „Die Behandlung dieser Schußbrüche erfordert mehr Erfahrung und Urteil als eine gewöhnliche Laparotomie“ nicht unrichtig. Sie wird besonders dadurch schwierig, daß in den meisten Fällen von Infektion die gleichzeitige Aufgabe einer absoluten, auch während des Verbandwechsels andauernden guten Fixation und einer sachgemäßen Wundbehandlung schwer zu lösen ist. Im nachfolgenden wird gezeigt werden, in wie verschiedener Weise versucht wurde, der Schwierigkeiten Herr zu werden. Ein Vergleich der bei uns Deutschen angewandten Methoden mit denen unserer Feinde zeigt deutlich, auf welcher wissenschaftlichen Höhe unsere Bestrebungen standen, und wie falsch das Urteil BOWLBYs ist, wenn er sagt: „Viele Deutsche sahen einen Soldaten mit Oberschenkelbruch als nutzlose, kaum behandelnswerte Belastung an.“ Wollten wir eine Gegenliste der von unseren Feinden unrichtig behandelten und schlecht geheilten Oberschenkelschußfrakturen aufstellen, so würden wir, vorausgesetzt, daß wir von derselben nationalen, haßerfüllten Verblendung beseelt wären, diesen Vorwurf mit derselben Berechtigung zurückgeben können.

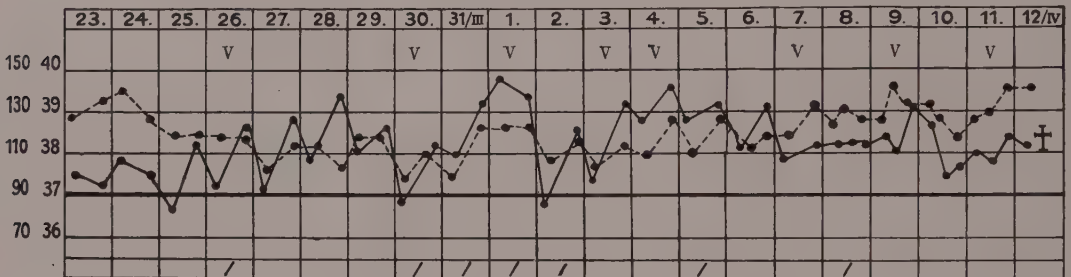


Abb. 115. Oberschenkelschußfraktur ohne Amputation. In 20 Tagen an Sepsis gestorben. Allmählich ansteigendes Fieber, das dann vollkommen uncharakteristisch ist. Auf hohe Continua vom 3. bis 6. 4. folgten gerade kurz vor dem Tode hier mehrere Tage mit subfebriler Temperatur. Keine Kollapstemperatur.

Unter dem gewichtigen Einfluß der v. BERGMANNschen Anschauungen war im Anfang des Weltkrieges wie bei den anderen Schußfrakturen so auch bei dem Oberschenkel die konservative Behandlung die vorwiegende. Aber wie so oft, beherrschte hier ein Schlagwort die Köpfe der Ärzte, welche die genauen Ausführungen seiner Abhandlung nicht kannten. Sie vergaßen, daß er nur gesagt hatte: „Wir dürfen die frische Schußwunde aus dem modernen Infanteriegewehr für nicht infiziert ansehen!“ und wußten nicht, daß er für die Knochenschußfrakturen mit großer Weichteilausschußwunde sogar die Amputation für den besten Weg gehalten hatte, um der schweren Infektion mit ihren Folgen vorzubeugen. Sie übertrugen seine Empfehlung für ein konservatives Vorgehen auch auf die Schußfrakturen durch Schrapnellkugeln und Granatsplitter und auf diejenigen Frakturen mit großen Weichteilwunden. Andere wieder kannten seine Leitsätze überhaupt nicht und amputierten primär den Oberschenkel bei allen ausgedehnten Splitterfrakturen, auch wenn es sich nur um kaliber-große Infanterieschußwunden handelte. Daß diese, streng konservativ behandelt, anstandslos heilen können, darauf hingewiesen zu haben, ist gerade ein großes Verdienst v. BERGMANNs. Und wie leicht selbst derartige hundertfach gemachte günstige Erfahrungen zugunsten einer neuen, in anderer Hinsicht guten Methode in den Wind geschlagen werden, dafür spricht ein chirurgisches Merkblatt einer Armee im Jahre 1918, in welchem empfohlen wurde, bei allen Schußfrakturen mit Rücksicht auf die primäre Infektion die primäre chirurgische Wunddesinfektion mit der

Vuzintiefeninfiltration anzuwenden. Im übrigen hat die Erkenntnis, daß man mit rein konservativen Maßnahmen bei den Schußfrakturen mit verschmutzten Weichteilwunden nicht zum Ziele kommt, sich sowohl bei den deutschen als auch den feindlichen Ärzten schnell Bahn gebrochen, und das Verfahren der primären Säuberung, wie es in allen großen Kliniken und Krankenhäusern schon seit Einführung der antiseptischen Wundbehandlung Regel war, bürgerte sich schnell auf dem Boden der Tatsachen ein. Daß auch dabei von einzelnen (z. B. AXHAUSEN, LERICHE bei den Franzosen) über das Ziel hinausgeschossen wurde, indem man, um möglichst radikal zu sein, nicht nur sämtliche Splitter entfernte, sondern auch die Kontinuitätsresektion wieder empfahl, sei erwähnt. Mit ihr wurden dieselben schlechten Erfahrungen im Weltkriege wie auch schon in früheren Kriegen gemacht. Wenn auch die schweren Infektionen manchmal dadurch bekämpft wurden, so waren doch die Pseudarthrosen die gewöhnlichen Folgen. Die Kontinuitätsresektion ist tatsächlich auch nur wenig ausgeführt. Wir finden sie unter unserem Material nur einmal verzeichnet. Auch wurde bald erkannt, daß die zu ausgiebigen „Entsplitterungen“ gerade das Material entführten, welches zum Aufbau des Kallus von großer Wichtigkeit war. Als Niederschlag der praktischen Erfahrungen des Weltkrieges hat sich d. E. folgendes bei der Oberschenkelerschußfraktur ergeben: Überall da, wo der Arzt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit annehmen darf, daß die primäre Infektion des Wundinneren gering ist, muß er sich hüten, die Schußöffnungen der Weichteile unnütz zu vergrößern. Das Vorgehen mit primärer chirurgischer Wunddesinfektion ist klar, wenn der Arzt nach Einsetzen der Wundhaken den Knochenbruch zu Gesicht bekommt, d. h. also, wenn eine weit offene, komplizierte Fraktur vorliegt. Wenn aber der Wundtrichter die Frakturstelle nicht mit dem Auge wahrnehmen läßt, dann soll man schrittweise von der Haut in die Tiefe gehen und das weitere Vordringen abhängig von der Größe der Weichteilzerstörung und der Unreinheit des Wundbettes machen, und zwar vom Ein- und Ausschub gesondert. Es ist Sache der Erfahrung, wie weit man zu gehen hat. Jedenfalls muß die Frakturstelle nicht unbedingt frei gelegt werden. Man wird einwenden, daß dann aber die vollkommen gelösten Splitter nicht alle entfernt werden können. Das ist aber nicht immer nötig. Denn sie vermögen bei blander Infektion ebenso einzuheilen wie bei einem unkomplizierten Bruch. In die Gegend der Frakturstelle kommt ein gesonderter Tampon, der am besten 5–10 Tage liegen bleibt, während die Weichteilwunde besonders tamponiert wird. Sieht man, vorausgesetzt, daß die Wundsäuberung innerhalb der ersten 6 (höchstens 24 Stunden) gemacht wurde, daß die Wunde nach einigen Tagen rein ist, dann können, unter Verminderung der Tamponade oder besser Ersatz durch Dränröhren, die Weichteilwunden durch einige Nähte verkleinert werden (sog. „verzögerte primäre

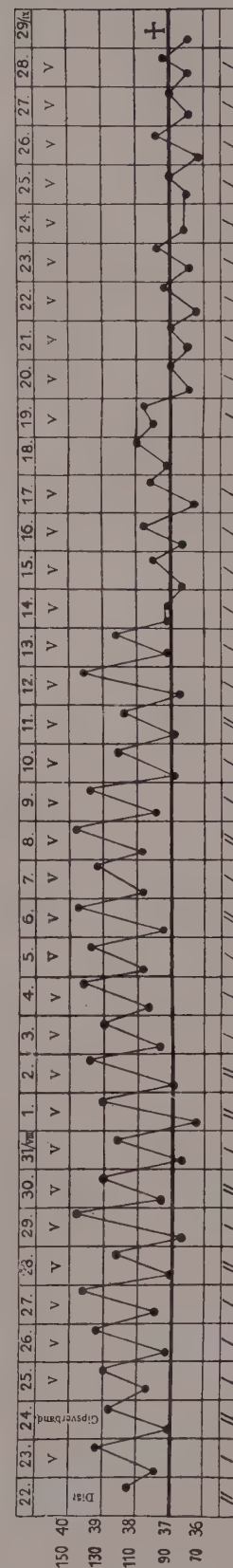


Abb. 116. Oberschenkelerschußfraktur. Patient stirbt an chronischer Sepsis ohne Amputation, obwohl er die letzten 14 Tage ohne Fieber ist.



Wundnaht“ der Engländer). Denn je größer die Weichteilwunde bleibt, um so stärker ist die sekundäre Infektion. Für gute Abflußverhältnisse ist Sorge zu tragen, und hier sei auf einen Fehler aufmerksam gemacht, der nicht selten im Weltkrieg beobachtet wurde. Es wurde versäumt, einen großen langen Schnitt an der Rückseite des Oberschenkels zu machen. Häufig wurden die Schnitte nur so klein gemacht, daß die Dräns hinten herausgeleitet werden konnten. Der für den Abfluß günstigste Weg muß aber gerade der größte sein und am längsten offengehalten werden.

Wenn die Oberschenkelschußfraktur aber dem Arzt erst nach 24 Stunden zu Gesicht kommt, dann kann er von einer primären Wundrevision, zwecks Ausschaltung der Infektion, nicht mehr viel erwarten, es sei denn, daß offenkundig verschmutzte Wundpartien zutage liegen. Seine Überlegung sei dann darauf gerichtet, ob ein Infekt schon eingetreten ist, und von welcher Schwere er ist. Bei sonst gutem Allgemeinzustand und gutem Wundaussehen darf das Fieber der ersten Tage keine Anzeichen für ein operatives Vorgehen sein. Wenn aber das Fieber länger als 3—5 Tage bestehen bleibt, insbesondere wenn es deutlich intermittierend ist oder allmählich ansteigt, dann säume man nicht mit einer schrittweisen Wundrevision. Sobald die gründliche Wundrevision reine Verhältnisse geschaffen hat, entfiebern die Patienten nicht gleich, sondern innerhalb der nächsten 8 Tage.

Daß die primäre chirurgische Wunddesinfektion gerade auf die Prognose der Oberschenkelschußfrakturen einen hervorragenden Einfluß gehabt hat, wird namentlich von englischen Autoren betont (siehe unter Endresultaten). Wenn in einem gewissen Prozentsatz unserer Fälle trotzdem auch schwere Eiterungen eingetreten sind, so spricht das nicht dagegen. Sie wurden wahrscheinlich entweder im Verhältnis zum Infekt zu spät oder technisch nicht richtig vorgenommen. Über die Einwirkung von chemischen Desinfizientien in Kombination mit der chirurgischen Revision bei Oberschenkelschußfrakturen liegen vergleichende Arbeiten nicht vor. Bei den Franzosen, Engländern und Amerikanern scheint die Carrell-Dakinsche Methode überwiegend und mit gutem Erfolge angewandt zu sein. Da wo sie in deutschen Lazaretten angewandt wurde, rühmte man ihren guten Einfluß. Über die Anwendung der Klappschen Vuzintiefeninfiltration bei Oberschenkelschußfrakturen und ihre Erfolge sind wir nicht genügend orientiert. Nur GOERGENS berichtet über 11 Fälle. Allein ich kann mich seinem günstigen Urteil nicht anschließen, denn es starben, abgesehen von 3, welche den primären Verletzungsfolgen erlagen, 4 an Gasbrand, einer an Sepsis. Von den Überlebenden bekam einer trotzdem eine Infektion, und nur 2 machten einen glatten Heilungsverlauf durch.

Wichtig ist es, die Frage der primären Amputation zu erörtern. Die Empfehlung BERGMANNs, in jedem Falle von großen, gleichzeitigen Weichteilwunden zu amputieren, ist durch den Weltkrieg nicht bestätigt worden. Sie ist von allen Chirurgen übersehen, die ihm zu großen Konservatismus vorwarfen. Es kommt nicht so sehr auf die Größe der Hautwunden als auf die Zertrümmerung des Muskelgewebes an, die für die Infektion eine größere Rolle als die Knochenzertrümmerung spielt. Und obwohl auch unter den Toten unseres Beobachtungsmaterials an Sepsis und Gasödem  $\frac{1}{3}$  besonders große Wunden aufwiesen, so kann doch eine bestimmte Grenze hinsichtlich der Größe für die Entscheidung der Amputation nicht maßgebend sein. Aber vor zu großer Konservativität muß gewarnt werden, und zwar um so mehr, je stärker die Muskelzerstörung ist. Ferner dürfen einige andere Richtlinien aufgestellt werden. Primäre Amputationen sind zu empfehlen

1. bei großen Wunden und gleichzeitiger Verletzung der Femoralis, denn diese Patienten bekommen mit wenigen Ausnahmen entweder eine Gangrän oder eine schwere Infektion;
2. bei großen Wunden mit gleichzeitiger Eröffnung des Kniegelenks, denn diese verfallen später infolge von Infektion des Kniegelenks doch fast immer der Gliedabsetzung;

3. bei großen Wunden mit schwerer Fraktur bei gleichzeitigen anderen schweren Verletzungen, die ein langes Krankenlager wahrscheinlich machen;
4. bei großen Wunden und totaler Durchtrennung des N. ischiadicus.

Die Indikation geschieht in diesem Falle aus sozialen Gründen. Denn die Heilung der Wunden erfordert so lange Zeit, daß eine Nerven-naht erst nach 12—16 Monaten in Frage kommt, und die Erfolge der Nerven-naht zeigen sich durchschnittlich auch erst wieder nach 6—12 Monaten, so daß solche Patienten im günstigen Falle mit einer Heilungsdauer von 1½—2 Jahren zu rechnen haben. Die Erfolge der Nerven-naht am Ischiadicus bei totaler Durchtrennung sind aber nicht sehr groß, so daß der Verwundete, nachdem er so lange bis zur Heilung seiner Oberschenkel-schußfraktur und Nervenverletzung gebraucht hat, dennoch häufig nur ein unbewegliches oder schlecht bewegliches Glied hat, mit welchem er im Erwerbsleben schlechter dran ist als ein Amputierter. Dazu kommt, daß von einigen Autoren hervorgehoben wird, daß die Heilung der Fraktur bei gleichzeitiger Nervenverletzung eine besonders langwierige ist.

Mit diesen Indikationen kommen wir also denen der alten Kriegschirurgen sehr nahe.

Zu besprechen ist dann noch das Verhalten bei Frakturen des oberen Drittels mit gleichzeitiger Eröffnung des Hüftgelenks. Hier ist die primäre subtrochantere Hüftgelenkresektion zu empfehlen. Die Exartikulation ist nur dann in Betracht zu ziehen, wenn die Fraktur tiefer als 8 cm unterhalb des Trochanter major sitzt, weil die Resektionen unterhalb dieser Grenze nicht mehr brauchbare Resultate in funktioneller Hinsicht ergeben.

Die weitere Behandlung der infizierten Oberschenkel-schußfraktur erfordert besondere Sorgfalt. Hier ist zu unterscheiden zwischen denen mit mäßiger und denen mit abundanter Eiterung. Während man bei der ersteren dann, wenn ein einmaliger Verbandwechsel am Tage genügt, sehr wohl geschlossene Verbände anwenden kann, hat sich bei den letzteren im Weltkrieg die offene Wundbehandlung ohne Verbände nach VINCENZ v. KERN als die souveräne Behandlungsmethode erwiesen. Sie verringert sehr bald die Eiterung und hebt dadurch und durch die Ersparung von Schmerzen beim Verbandwechsel sowie durch das gewöhnlich rasch eintretende Sinken des Fiebers den Allgemeinzustand des Patienten und vermeidet die sonst beim Verbandwechsel leicht eintretende Beunruhigung der Stellung der Fragmente. Auch die Mischinfektion mit *Pyocyaneus* pflegt dabei schnell zu schwinden. Daß sie außerdem dem Arzt und Pflegepersonal Zeit und Arbeit und dem Staate Geld durch Fortfall des Verbandmaterials erspart, ist in großen Lazarettbetrieben ein fernerer, wenn natürlich auch erst in zweiter Linie kommender Vorteil. Indessen, es hat sich gezeigt, daß auch diese Wundbehandlung nicht rein schematisch in der Weise angewandt werden darf, daß man sämtliche Dräns und Tampons fortläßt und den Eiter einfach ablaufen läßt. Zunächst muß, wie schon oben gesagt, dafür Sorge getragen werden, daß auf der Rückfläche ein großer Schnitt gemacht wird, sodann müssen alle Buchten und Nischen durch Dräns, Wundsperrmittel (Tiegelsche Wundsperrer) oder, da diese gewöhnlich nicht vorhanden sind, durch Tampons klaffend erhalten werden. Tut man das nicht, so verlegen sich dieselben infolge der eintrocknenden Wirkung der Luft schnell, und es kommt zu Retentionen. Aus demselben Grunde hat sich die halboffene feuchte Wundbehandlung nach WIETING als vorteilhafter erwiesen, als die offene trockene. Namentlich die Befeuchtung mit Carrell-Dakinscher Hypophosphitlösung zeitigte hier gute Erfolge. Auf diese Weise wurde der lästigen Borkenbildung am besten vorgebeugt. Sobald die Eiterung dauernd abnimmt, und namentlich wenn die Granulationen schlaff werden und die Heilungstendenz von seiten der Haut nachläßt, muß zur geschlossenen Wundbehandlung evtl. vorübergehend übergegangen werden.

Von einem gleichen Gesichtspunkte ausgehend, hatte STEINMANN versucht, Luft mittels eines Katheters in die Wundhöhlen bei Oberschenkel-schußfrakturen

einzuführen: LEDERGERBER und ZOLLINGER haben damit aber keine guten Erfahrungen gemacht. Sie halten das Verfahren nur für erlaubt bei großen weitklaffenden Höhlen. Da, wo das nicht der Fall war, trat häufig ein Zustand des schnellen Verfalls mit trockener Zunge, kleinem Puls und kontinuierlichem oder remittierendem Fieber ein. Sie empfehlen außer der halboffenen feuchten Verbandmethode zur schnellen Reinigung und Erzeugung guter Granulationen vor allem den Perubalsam, von dem ich auch nur Gutes gesehen habe, und das Brunssche Wundöl (Ol. oliv. steril. 100,0, Äther 100,0, Jodoform 4,0, Camphor. trit. 10,0).

Die Beurteilung des weiteren Verlaufs und der Prognose der eiternden Oberschenkelschußfrakturen ist ungemein schwierig. Gerade bei ihnen übersteht eine Anzahl der Patienten das akute Stadium, um dann unter gar nicht bedrohlichen Erscheinungen allmählich ihrem Leiden zu erliegen. Will man bei ihnen auf das Auftreten von septischen Diarrhöen, trockener Zunge oder Eiweißharnen warten, so wird häufig der richtige Zeitpunkt der Amputation verpaßt. Wohl die meisten Chirurgen sind sich darüber einig, daß manche Todesfälle vermieden worden wären, wenn man zeitig diese Operation gemacht hätte. Und gerade am Oberschenkel kann man sich dazu eher entschließen, wenn man die nachkriegerischen Erfahrungen in Erwägung zieht, sowie daß Oberschenkelamputierte im Erwerbsleben viel besser daran sind als Leute mit verkürztem, narbenreichem und in den Gelenken mehr oder weniger versteiftem Bein.

Von besonderer Bedeutung sind die sekundären Gelenkeiterungen, welche nicht auf metastatischem Wege, sondern dadurch zu entstehen pflegen, daß durch Fissuren, welche in die artikulierenden Gelenken hineingehen, eine Kontinuitätsinfektion eintritt. Sie tritt naturgemäß am unteren Drittel häufiger auf als am oberen, weil die Bursa subcruralis gewöhnlich ziemlich hoch hinaufreicht. Während sie am Hüftgelenk die sofortige Resektion erfordert und teilweise Erfolge zeitigt, haben die Kniegelenkresektionen keinen Wert. Sie führten doch alle zur Amputation oder zum Exitus in unseren Fällen.

Da nun Fissuren von den benachbarten Dritteln sehr oft in die Gelenke gehen, und diese schwere Infektionen bedingen, so ist es natürlich, daß wir unter den am Leben gebliebenen schwer infizierten Frakturen in der bei weitem überwiegenden Mehrzahl solche des mittleren Drittels und unter den wegen Sepsis Amputierten solche des unteren Drittels finden.

Von besonderer schwerwiegender Bedeutung im Verlaufe der Eiterungen sind die Nachblutungen. Wir fanden sie in 3,7% sämtlicher (21 Fällen) und 3,9% der infizierten Fälle. Von ihnen blieben nur 23,8% am Leben, 77,2% starben, und zwar über  $\frac{1}{3}$  sofort, die anderen  $\frac{2}{3}$  an schwerer Sepsis bzw. an Gangrän (s. auch S. 291). Die am Leben bleibenden hatten bis auf eine Nachblutung aus der A. profunda femoris nur Blutungen aus größeren Muskelästen. ZUCKERKANDL sah unter 19 Fällen 11mal Gangrän und verlor 14 Patienten an Sepsis, obwohl er bei 12 später noch die Amputation angeschlossen hatte. PERTHES verlor unter den 16 Patienten der Heimatlazarette 11 an septischen Nachblutungen. Man muß daraus folgern, daß, wenn bei eiternden Oberschenkelschußfrakturen eine Blutung aus der Femoralis oder Profunda auftritt, man die Amputation machen soll.

Für den Heilverlauf der Oberschenkelschußfraktur ist die Art der Fixation von besonderem Gewicht. Denn die absolute Ruhe des Gliedes wirkt infektionshemmend. Die Frage der ersten Fixation ist vorn unter den Transportverbänden beantwortet worden. Hier handelt es sich um Dauerverbände. Die Fixation ist einfach überall da, wo eine Infektion nicht vorliegt, also in vielen Fällen von glatten Infanterieschußwunden. Hier ist sehr oft von dem zirkulären Beckengipsverband Gebrauch gemacht worden. Aber nicht selten blieb er zu lange liegen, bis bereits eine Konsolidation eingetreten war, so daß starke Verkürzungen die Folge waren. Denn mit Gipsverbänden behandelte Frakturen pflegen, selbst wenn sie in Narkose und unter Extension angelegt sind, starke Verkürzungen zu zeigen.



Jedenfalls hat auch der Weltkrieg die alte Erfahrung bestätigt, daß hinsichtlich der Stellung der Fraktur und der Vermeidung der Verkürzung der Extensionsverband bei der stationären Behandlung allen anderen Verbänden überlegen ist. Extensionen waren natürlich unmöglich, wenn in den Feldlazaretten und zum Teil auch in den Kriegslazaretten, wie z. B. bei unseren Offensiven in Rußland, zunächst keine Betten vorhanden waren, sondern die Verwundeten auf Stroh auf der Erde lagen. Sodann hat es sich gezeigt, daß es nach Neueinrichtungen der Feldlazarette immer viel Zeit in Anspruch nahm, bis die Extensionsvorrichtungen, wie Holzbretter, Galgen, Abduktionstische, von den Schreibern gemacht wurden. In solchen Lagen sind die gefensterten oder Bügelgipsverbände fraglos den Schienenverbänden vorzuziehen, sobald die ersten 7 Tage mit ihren Gefahren für die akute Sepsis und vornehmlich das Gasödem vorüber sind. Der Mehrverbrauch an Zeit durch ihre Anfertigung wird reichlich bei den Verbandwechseln wieder eingebracht. Von vielen Chirurgen wurde der Gipsverband zum Bekämpfen schwerer Infektion überhaupt vorgezogen. Wir finden unter unseren Krankengeschichten mehrfach Angaben, nach welchen der Patient sofort nach Anlegung des Gipsverbandes abzufiebern begann. Allein die Fixation in einem Gipsverband kann illusorisch werden, wenn die Fenster zu groß sind oder die Gipsbügel große Distanzen überbrücken müssen. In solchen Fällen ist vielfach die Kombination von Gips- mit Extensionsverbänden angewandt worden (s. Abb. 117). Sie haben nach ANGERER nicht zu günstigen Erfahrungen geführt. Denn meistens resultierten Verkürzungen von

4—6 cm\*). Zirkulärer Gipsverband und Extension wirken eigentlich auch gegensätzlich. Denn wenn der Gipsverband wirklich fixiert, so ist eine Extension unmöglich, oder sie führt zum Druck, namentlich an den Kondylen. Will man kombinieren, so haben sich die Beelyschen dorsalen Gipshanf- oder Longuettenschienen, welche mit Ringen versehen die Aufhängung des Gliedes an einem Galgen gestatten, in vielen Lazaretten als vorteilhafter erwiesen.

Hinsichtlich der Art der Extension waren sowohl die horizontale nach VOLKMANN-BARDENHEUER als die in Semiflexion nach ZUPPINGER in Gebrauch. Man kann sagen, daß die letztere sich im Laufe des Krieges immer mehr Anhänger erworben hat. KOENIG hat für die Extension in Streckstellung wegen der besseren Abflußverhältnisse der Wunden eine Lanze gebrochen; er hält die gegen sie gerichteten Beschwerden für übertrieben, namentlich die nachträgliche Beweglichkeit der benachbarten Gelenke betreffend. Aus seiner Klinik berichtete HOHMEIER über 18 zum Teil sehr schwere Frakturen, von denen 15 eine ausgezeichnete Beweglichkeit bekamen. Der Einwand, daß sich bei der Semiflexionsstellung leichter Senkungsabszesse nach der Hüft-



Abb. 117. Kombination von Gips- und Extensionsverbänden.  
(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

\*) Übrigens sei darauf hingewiesen, daß LANGE für die Revision der Länge im Gipsverband angegeben hat, daß man in Bauchlage vom Tuber ossis ischii eine Linie nach der Ferse ziehen soll, wo ein kleines Loch in den Gipsverband eingeschnitten wird.

gelenksgegend bilden, wird von vielen Autoren betont. Allein ich kann mich nach meinen Erfahrungen dieser Ansicht nicht ganz anschließen. Denn bei derartigen Abszessen handelt es sich scheinbar weniger um Senkungsabszesse nach dem Gesetz der Schwere als vielmehr um die Vereiterung weitreichender, durch das Trauma entstandener, intermuskulärer Hämatome durch Kontinuitätsinfektion. Einen sehr ausgedehnten Gebrauch von der horizontalen Extension haben die Engländer und



Abb. 118. Behandlung nach DRÜNER.  
in „Sitzlage“.

(Aus Münchener Medizinische Wochenschrift 1915.)

beträgt. Sein dem Oberschenkel anliegender Teil übertrifft an Länge etwas die Länge des gesunden Oberschenkels. Dadurch hängt der Oberschenkel und untere Rumpfteil gleichsam an den Unterschenkeln. Einer weiteren Extension bedarf es nicht.

Die Bedenken gegen diese Methode, daß leicht ein Druck auf die Kniekehle stattfindet, und daß der Zug zu gering ist, als daß Varusstellungen ausgeglichen werden, dürften nicht unberechtigt sein.

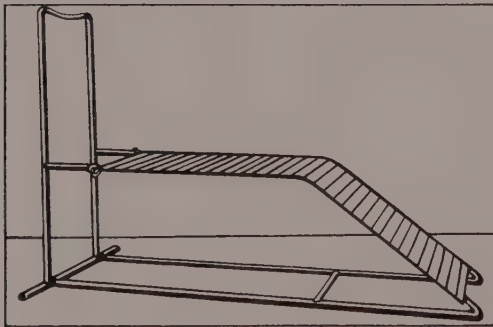


Abb. 119. Braunsche Leerschienne.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

in seiner Lage gerührt zu werden braucht. Eine sehr praktische Modifikation mit Vorrichtungen für die verschiedenen Züge hat BÖHLER angegeben (s. Abb. 120). Da die Sperrigkeit der Braunschen Schiene beim Transport von Nachteil ist, so hat man sie auch zusammenlegbar gemacht (THÖLE, REH, KUMMER und FLEBBE, welcher letzterer durch Anbringung von Schrauben den Winkel im Kniegelenk verstellbar gestaltete).

Der Engländer JONES hat auch an der Thomasschiene die Möglichkeit zur Semiflexion angebracht. Der Oberschenkel wird auf 3 Bandgurten fixiert. Der Unterschenkel hängt in 2 Bandgurten an einer winklig zur Thomasschiene angebrachten und mit Sohlenbrett versehenen Bandeisenschiene, die an einer Schnur aufgehängt ist und sich bewegen läßt. Auch die Rammstedtsche modifizierte Volkmanzsche Schiene, welche in der Höhe des Kniegelenks geteilt ist, verfolgt dasselbe Prinzip.

Amerikaner gemacht, indem sie die Thomassche Schiene, die Abb. 111 zeigt, anwandten. Seit ihrer Benutzung sollen sich die Erfolge wesentlich gebessert haben.

Die Lagerung in Beugestellung der Gelenke nach ZUPPINGER, die ihren Vorläufer in dem alten Planum inclinatum duplex hatte, ist auf der Originalschiene wohl wenig gemacht worden, weil diese teuren Schienen nur in geringer Anzahl vorhanden waren. Die Extension allein durch Lagerung liegt den Empfehlungen von DRÜNER und SCHLAAF zugrunde, welche die Sitzlage angewandt haben (Abb. 118).

Dieser Name kann leicht falsche Vorstellungen erwecken. Tatsächlich liegt der Patient auf dem Rücken. Nur seine Beine liegen auf einem hölzernen Planum inclinatum, dessen Winkel 90°

Mehrere Lagerungsmodelle, z. B. das Angersche, stellt eine Holzschiene dar, bei welcher der Oberschenkel erhöht liegt, während der Unterschenkel horizontal ruht. Aber von allen derartigen Lagerungsschienen hat in Deutschland den weitesten Anklang und die größte Verbreitung die Braunsche Leerschienne gefunden (s. Abb. 119). Diese hat den Vorzug, daß man die Bindenumwicklung, welche als Unterlage dient, so einrichten kann, daß diejenige Stelle, an welcher die Hinterfläche des Oberschenkels eine Wunde zeigt, frei bleibt oder jederzeit frei gemacht werden kann, ohne daß das Bein

Die Kohlhardtsche Schiene (siehe Abb. 121) benutzt die Extension mit der Flügelschraube: Um das halbflexierte und abduzierte obere Bruchstück legt man nach Anlegung des Adhäsionsstreckverbandes zu beiden Seiten des Oberschenkels eine schmale Gipsmanschette und hält diese vermittelst eines angefügten Sitzringes in der Stellung fest. In diese ist ein Gerüst aus Aluminiumstäben eingepipst, welches an seinen Enden den festen Punkt trägt, von wo aus die Streckung des unteren Fragmentes bewirkt werden soll.

Viele Anhänger der Nagelexension lagern die Oberschenkel einfach auf verschiedene Spreukissen und ziehen zum Verbandwechsel dasjenige Kissen hinweg, das der Wundstelle als Unterlage dient (STEINMANN, LEDERGERBER, ZOLLINGER).

Der Wunsch, das Glied bei Verbandwechseln nicht rühren zu brauchen, hat THÖLE und COLMERS zu besonderen Konstruktionen geführt. Es ist das ein Problem, welches bei großen Wunden gar nicht zu lösen ist.

Auch THÖLE löst es nicht ganz. Denn er macht das stützende Oberschenkelplanum nur auswechselbar, aber während des Verbandwechsels müssen die Hände des Assistenten doch unterstützen. Die Braunsche Schiene wird nur am Unterschenkelteil bewickelt. Der Oberschenkel würde durchsinken, wenn er nicht durch 2 nebeneinander gelegte und miteinander verbundene Cramersche Schienen, welche auf den beiden Seitenstäben ruhen, gestützt würde. COLMERS stellt das zur Lagerung benutzte Holzgestell aus 2 Teilen in Dreiecksform her. Zum Verbandwechsel wird der Teil, auf welchem der

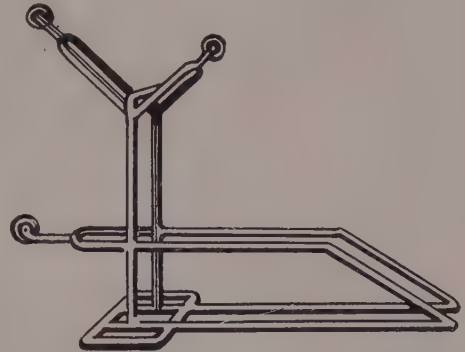


Abb. 120. Böhlers Modifikation der Braunschen Schiene.

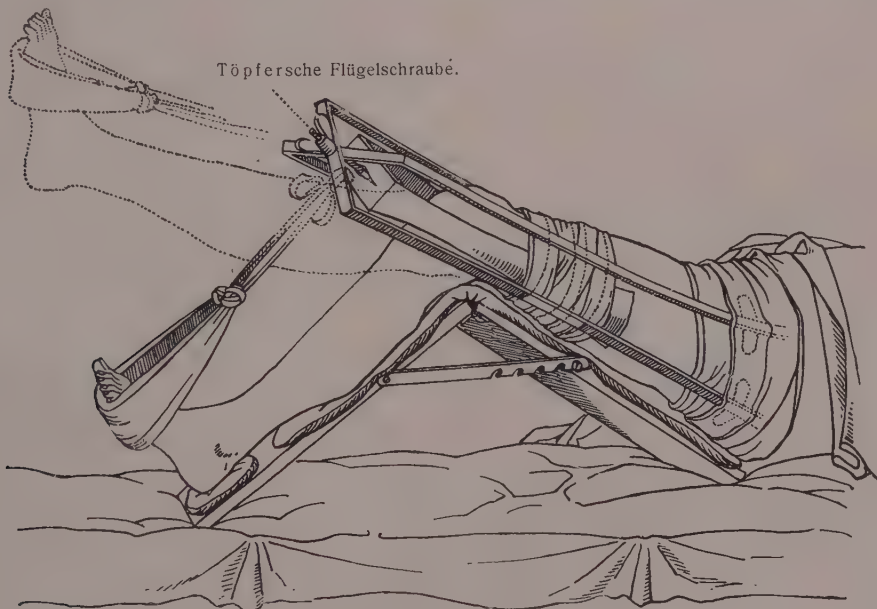


Abb. 121. Kohlhardtsche Extensionsschiene mit Töpferscher Flügelschraube.  
KOLHARDT: Über Schußbrüche der langen Röhrenknochen und ihre Behandlung.  
(Aus Bruns Beiträge Bd. 112, H. 5.)

Oberschenkel liegt, herausgenommen, während der Unterschenkelteil unverändert liegt und die Nagelexension bestehen bleibt (s. Abb. 122 u. 123).

Die Suspension der verletzten Gliedmaßen unter gleichzeitiger Schienenfixation war schon früher bekannt. Die Abb. 124 zeigt die Suspension mit der Smithschen zurechtgebogenen Leerschienen, die nicht nur für den Oberschenkel im Weltkrieg von ENGELMANN wieder empfohlen worden ist. Daß man dazu auch



dorsale Gipsschienen mit eingegipsten Ringen benutzt hat, ist oben erwähnt. Suspension und Extension wurden in dem Florschütz-Schwebeextensionsverfahren vereinigt, welches schon in den Balkankriegen viel benutzt wurde und im Weltkrieg zahlreich empfohlen ist. Aus Abb. 125 ist es ersichtlich.

Durch verschiedene Längen der Binden- oder Handtuchschlingen für den Ober- und Unterschenkel kann auch eine Semiflexion hervorgerufen werden. Diese feste Aufhängung kann bei be-

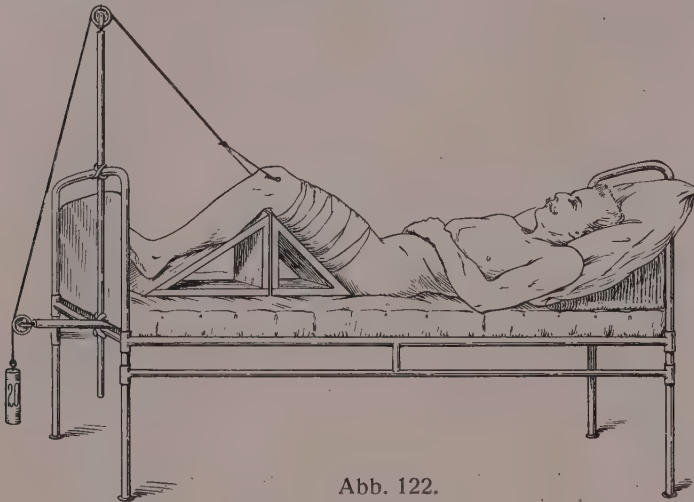


Abb. 122.

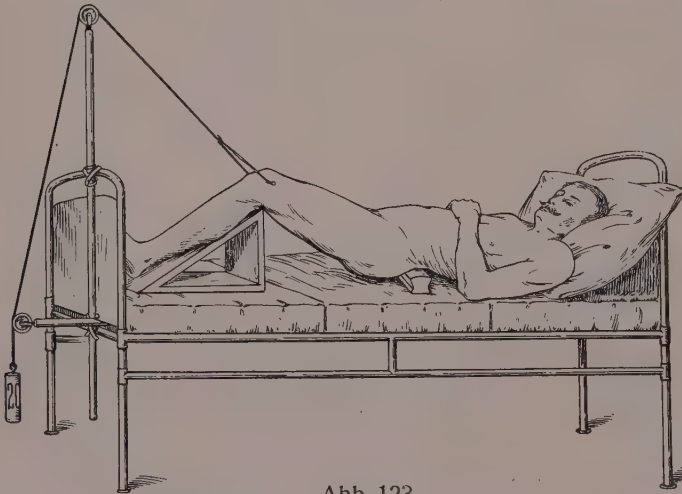


Abb. 123.

Abb. 122 u. 123. Lagerung nach COLMERS.

(Aus Münchener Medizinische Wochenschrift 1917.)

ginnender Konsolidation durchschnittlich nach 4–6 Wochen dadurch verändert werden, daß die Binden mit Schnüren für Rollen, je eine für den Ober- und Unterschenkel, versehen werden, damit Bewegungen im Hüft- und Kniegelenk möglich sind (SEIFERT). Im Felde hat sich mir häufig als praktisch die Suspension in mehreren Handtüchern unter Verzicht auf die Semiflexion deswegen bewährt, weil die Fraktur dadurch mehr Halt bekommt. Man kann in dieser Schwebeextension, die übrigens auch von den Engländern als „Hängemattenverband“ angewandt wurde, sowohl geschlossene Wundverbände benutzen als auch offen behandeln. Bei Verbandwechseln ist dann nur die betreffende Binde oder das Handtuch loszuknöpfen, während die anderen und die Extension für die Fixation der Fragmente sorgt.

Allein es ist zu betonen, daß diese Extension in Aufhängung sich für akute und schwere Infektionen deswegen nicht eignet, weil das ganze System doch reichlich beweglich ist. Darauf führen auch einige Chirurgen (LEDERGERBER und ZOLLINGER) die häufigen Nachblutungen bei ihrer Anwendung zurück.

Sehr originell ist die von METZ angegebene Behandlung im Streckbett (s. Abb. 126). Die Streckung geschieht hierbei

1. durch die Eigenschwere des Gliedes;
2. durch den nach unten ziehenden Heftpflasterstreckverband;
3. durch die wagerechte Komponente der Kräfte, welche an der schief aufgehängten Schnur wirkt.

Der Patient sitzt auf einer stuhlsitzartigen Erhöhung des Bettes; dadurch wird das Hüftgelenk gebeugt, und der M. ileopsoas entspannt. Das Knie wird in leichter Beugung gehalten.

Der Sessel befindet sich ungefähr 30 cm oberhalb der oberen Kante der Rolle. Das gebrochene Glied wird aufgehängt an einem Rahmen, durch Gewichtszug gestreckt und in einem Winkel von 30° nach unten gehalten.

Diese Methode soll in vielen Fällen die Steinmannsche Nagelextension unnötig gemacht haben. Sie hat sich in Holland sehr eingebürgert. Ob der Autor bei Schußfrakturen damit viele Erfolge gehabt hat, erwähnt er nicht. Diesseitigen Erachtens dürfte sie sich nur für nicht infizierte Oberschenkelschußbrüche mit kleinen Haut- und Weichteilwunden eignen. Für eiternde Schußfrakturen und Verwundete mit beeinträchtigtem Allgemeinbefinden empfiehlt METZ selbst die Steinmannsche Nagelextension.

Zur Extension wurde in der Mehrzahl der Fälle das Heftpflaster benutzt. Allein die Qualität desselben ließ bei uns Deutschen infolge des Rohstoffmangels allmählich nach. Es ist interessant, daß auch die Engländer über mangelnde Klebefähigkeit ihres Heftpflasters klagten.

Als Ersatz dafür wurden verschiedentlich gewöhnliche Bindenzügel empfohlen, die nur in einer bestimmten Art um das Glied angewickelt wurden. Von OPPENHEIM wurde eine blumentopfgitterartige, wie der bekannte „Mädchenfänger“ wirkende Extensionshülse am Unterschenkel empfohlen. Allein beide Verbandarten konstringieren den Unterschenkel und sind für die Zirkulation nicht günstig. Ferner sei die Methode von HANS erwähnt.

Langes Handtuch 4fach in Handtellerbreite in Längsfalten gelegt. Man beuge Hüft- und Kniegelenk zum Winkel von mindestens  $150^{\circ}$  und lege die Mitte des Tuches gleich oberhalb der Kniescheibe flach auf das untere Drittel des Oberschenkels, dann Kreuzung in der Kniekehle und Nachvornführen der Handtuchenden, an deren Knotenpunkt nun eine Schnur befestigt wird. Um den Druck auf die Kniekehlengefäße zu vermeiden, lege man hier ein Pappstückchen unter. Um den Druck auf den Peroneus zu verhüten, bringt man zwischen die nach vorn geführten Enden ein Spreizbrett.

Dieses gewiß einfache Verfahren ist aber nicht neu, sondern schon von HENNEQUIN angegeben. Es eignet sich aber nicht für die Brüche des unteren Drittels, welche die Neigung haben, nach hinten durchzusinken.

Die Größe und Vielheit der Wunden am Ober- und Unterschenkel verboten aber sehr häufig jede Anbringung von Heftpflasterzügen an der betreffenden Extremität. Infolgedessen hat sich im Kriege die Steinmannsche Nagelextension gut eingebürgert. Auch die Engländer, die sie unter Sinclairscher Extension oder Extension mit der Besleyschen „Eiszapfenklammer“ anführen, loben sie, ebenso wie die Franzosen FRESSON und TOUPET. Nicht nur die Eigenschaft, daß sie auch da, wo das Heftpflaster nicht angewandt werden kann, zu benutzen ist, sondern auch der Umstand, daß die Störung der Zirkulation, welche durch den Heftpflasterzug und die den-

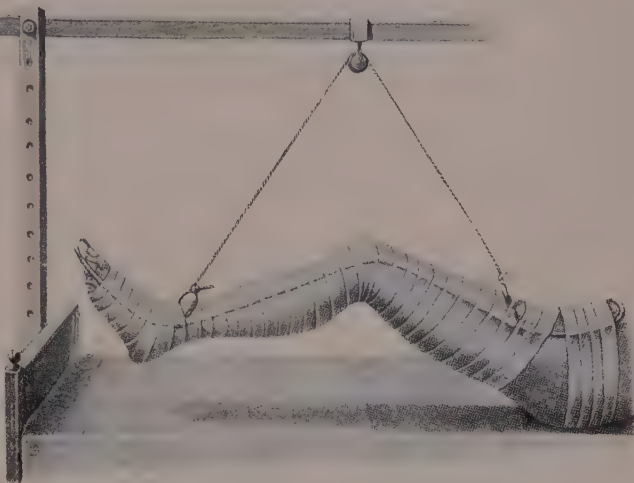


Abb. 124. Suspensionsschiene nach Smith.

(Aus Hoffa, Verbandlehre, 2. Aufl.)

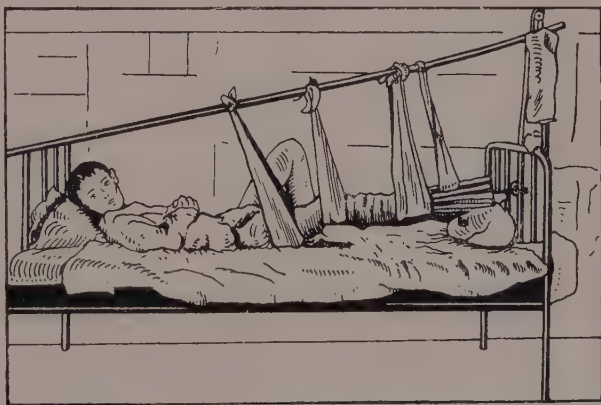


Abb. 125. Florschütz'sches Schwebextensionsverfahren.

selben befestigenden kreisförmigen Bindentouren begünstigt wird, fortfällt, geben ihr vor anderen Methoden einen Vorzug. Vor allem üben sie einen direkten Zug am unteren Fragment aus, während der Heftpflasterzug erst durch Vermittlung der Haut und Weichteile auf den Knochen wirkt. Daher kommt man auch bei frischen Frakturen mit 10—15 Pfund durchschnittlich aus. Es waren vorher schon verschiedene

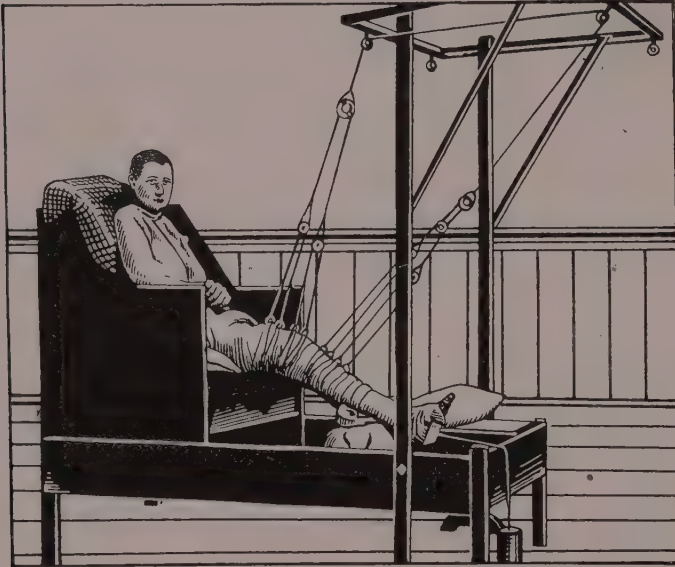


Abb. 126. Behandlung nach Metz im Streckbett.  
(Aus Zentralblatt für Chirurgie 1916, Nr. 45.)

immer notwendig. Manche Chirurgen haben sie auch bis 12 Wochen ohne Schaden liegen lassen. Sobald Eiterung an den Nagelstellen auftritt, müssen sie natürlich entfernt werden. Aber diese Eiterungen sind doch selten. Nur muß man darauf achten, daß man die Nagelextension nie am Oberschenkel anwendet, wenn das Frakturhämatom so weit herunterreicht, daß die Fissuren bis ins Kniegelenk gehen oder

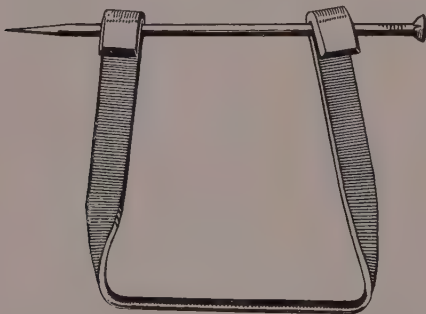


Abb. 127. Gewöhnlicher Zimmermanns-nagel zur Nagelextension mit U-förmig gebogenem Aluminiumbügel.  
(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

eine Infektion des Kniegelenks besteht, eine Forderung, die schon von STEINMANN aufgestellt ist. Dann kommt die Nagelung an den Tibiakondylen in Betracht; sie ist, physiologisch betrachtet, auch richtiger, weil durch Zug an ihnen die dort ansitzenden Beugemuskeln des Oberschenkels an einer Retraktion verhindert werden, und erst damit eine vollkommene Entspannung eintritt. Dazu kommt, daß die Nagelung hier ungefährlicher ist, weil die Bursa subcruralis bei großer Ausdehnung leicht verletzt werden kann, während eine Verletzung der Gelenkhöhle am Tibiakopf 4 cm unterhalb des Gelenkspaltes unmöglich ist. Am

Oberschenkel muß man 5 cm oberhalb des Gelenkspaltes und etwas nach dem hinteren Rande des Knochens zu eingehen. Allerdings kann man wegen der durch größere Gewichte verursachten Schmerzen an den Tibiakondylen nur bis zu 20 kg, an den Oberschenkelknochen aber bis zu 30 kg mit dem Gewichte gehen, was bei alten Frakturen und nach Osteotomien notwendig ist.

An Stelle des Nagels sind verschiedene Zangen im Weltkriege auf deutscher Seite in Gebrauch gewesen, die Rehsche, Münnichsche und vor allem die Schmerzsche

Modelle von Nägeln und dazugehörigen Apparaten konstruiert. Der Weltkrieg hat gezeigt, daß man auch jeden gewöhnlichen Zimmermannsnagel von 15 cm Länge und 3—4 mm Dicke nehmen kann (s. Abb. 127). Dünnere Nägel sind schädigend und geben leicht zu Fisteln Anlaß. Der Zug kann in einfacher Weise mittels eines U-förmig zurechtgebogenen Aluminiumstabes ausgeübt werden. Den Nagel empfehlen einige Chirurgen nur 3 Wochen drin zu lassen, andere bis zur Konsolidation. Erstere Zeitspanne ist viel zu kurz, 4—6 Wochen sind fast



Klammer (s. Abb. 128 u. 129). ANSINN empfahl zum Schluß des Krieges überhaupt nur Aluminiumbronzedraht durch den Oberschenkelkondylenteil zu ziehen, den er über einen unnachgiebigen eisernen Bügel spannt. Daß man, wenn man weder am Oberschenkel noch an der Tibia nageln kann, noch die Drahtextension nach KLAPP am Calcaneus anwenden kann, sei erwähnt. BECKER empfahl da, wo die Applikation des Nagels am Femur und der Tibia unmöglich war, einen Bronzedraht hinter den Lig. patellae durchzuziehen, ein Verfahren, welches wegen der Gefahr für das Kniegelenk wohl kaum Anhänger gefunden haben dürfte. Nagel- und Klammerextensionen hatten vor und im Anfang des Weltkrieges ihre Hauptdomäne bei den älteren Fällen mit starken Verkürzungen und den wegen fehlerhaften Stellungen osteotomierten oder frakturierten. Der Weltkrieg aber hat uns gelehrt, daß Semiflexion und Nagelextension die Idealbehandlungsmethode auch bei frischen

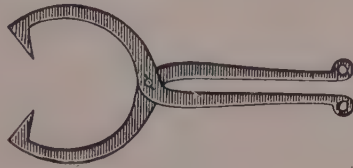


Abb. 128.



Abb. 129.

Abb. 128 u. 129. Schmerzsche Klammern.

Oberschenkelerschußfrakturen ist. Sie gibt nicht nur die besten Ergebnisse, sondern sie bekämpft auch besser die schwere Infektion als der Gipsverband. Denn erfahrungsgemäß fällt bei ihr die Temperatur unter Voraussetzung gleicher chirurgischer Maßnahmen und gleicher Infektion schneller zur Norm ab. Die Meinungen darüber, ob man sie schon vorn im Feldlazarett anwenden könne, sind allerdings geteilt, GULECKE z. B. warnt davor. Nach meiner Ansicht aber kann sie ruhig überall da benutzt werden, wo ein aseptisches Arbeiten möglich ist. In unserem Beobachtungsmaterial war sie in etwa 5% in den Lazaretten des Operationsgebietes angewandt.

Erwähnt muß noch ein Verfahren von PLAGEMANN werden, welches die Behandlung der hohen Oberschenkelfrakturen mit direkter Extension des oberen Fragmentes betrifft. Bei Frakturen der Regio subtrochanterica widersteht das obere in Außenrotation, Abduktion und Flexion stehende Bruchstück jeder Extension am peripheren.

Sobald das akute Ödem der Fraktur abgeklungen ist und keine schwere Wundinfektion vorliegt, wird der Nagel dicht unterhalb des oberen Randes des Trochanter in einem Winkel von  $135^\circ$  zur Oberschenkelachse bis zu einer Tiefe von  $2\frac{1}{2}$  cm eingeschlagen. An ihm wirkt ein Zug, der über eine Rolle am Fußende geht. Becken, Oberschenkel und Unterschenkel liegen in einer Gipsbrückenslade. Der Nagel wird mit etwa 2–7 Pfund belastet und darf nur 10 Tage liegen (s. Abb. 130). Eine zweite Extension wirkt am peripheren Fragment.

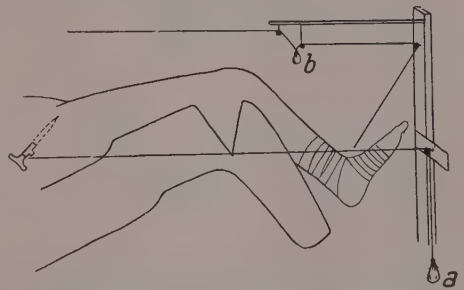


Abb. 130. Nagelextension des oberen Fragmentes nach PLAGEMANN.

Schließlich sind noch die Distraktionsklammern\*) nach HACHENBRUCH zu nennen. Diese werden in einem durch Kreisschnitt geteilten zirkulären Gipsverband befestigt und üben nun durch Auseinanderschrauben eine Extension aus. Das Verfahren findet zunächst seine praktische Beschränkung in der Art der Wunde. Es kommt nur bei aseptischen oder wenig eiternden kleinen Wunden in Betracht. Sodann aber hat es sich nach den Erfahrungen einiger Kliniken bei frischen komplizierten Frakturen als ungeeignet erwiesen, weil der starke Druck des Gipsverbandes an dem vorspringenden Teile starke Dekubitusgeschwüre macht. Dagegen eignen sie sich wohl in späterem Stadium, nachdem durch irgendein Extensionsverfahren die richtige Länge erreicht ist, und dieses Resultat nun für eine gewisse Zeit während der Weichheit des Kallus festgehalten werden soll (MEYER-GARRÉ).

\*) Siehe Abschnitt: Martens-Unterschenkelerschußfrakturen, Abb. 190 u. 191.

Kurz erwähnt sei noch die Anwendung von Laneschen oder ähnlichen Metallplatten. Auf deutscher Seite sind sie gar nicht, auf Feindesseite wurden sie anfangs hin und wieder angewandt. Bemerkenswert ist in dieser Hinsicht die Bemerkung von JONES, daß sämtliche frische Oberschenkelschußfrakturen, welche mit im Mark angebrachten Bolzen oder Platten behandelt wurden, gestorben sind, und die vielfachen Mitteilungen feindlicher Chirurgen, daß man sich von den Platten- und Schraubenbehandlungen frischer Frakturen im Laufe des Krieges immer mehr abgewandt habe, weil sie schädlich wirkten, nicht nur wegen der Rarefizierung des Knochens um die Fremdkörper, sondern auch wegen der schlechten Eignung bei den eitrigen Frakturen.

Die Dislokationsgefahren bei der Heilung der Oberschenkelschußfrakturen rühren einmal her von der starken Einwirkung der an der Innenseite des Femur ansetzenden Adduktoren, so daß es zur Varusstellung kommt, zweitens bei Frakturen des oberen Drittels in der durch den M. ileopsoas bedingten Beugung und Aufstellung des oberen Fragmentes, und drittens in der Außenrotation dieses Fragmentes ebenfalls bei Frakturen des oberen Drittels. Um der ersten, welche bei Frakturen aller Drittel eine Rolle spielt, vorzubeugen, war schon durch SCHLANGE Abduktion gepredigt und zu diesem Zwecke der nach ihm benannte Abduktionstisch empfohlen worden. In Ermangelung desselben mußte man im Kriege ein Nachbarbett zu Hilfe nehmen, was natürlich wegen des Bettmangels unbeliebt oder unmöglich war. Sehr praktisch fand ich in vielen Lazaretten die Einrichtung, daß am vertikalen Extensionsbrett in Höhe der Bettunterlage ein 25 cm breites und  $1\frac{1}{2}$  m langes Brett horizontal angebracht war, welches auf der Matratze ruhend in beliebigem Winkel zum Bett gestellt werden konnte, und auf welchem das Bein ruhte. Für die Fraktur im oberen Drittel ist auch die Suspension und Schwebeextension ganz praktisch, weil das untere Fragment dadurch bequem an das „salutierende“ obere Bruchstück adaptiert wird. In dieser Hinsicht ist jedenfalls die Semiflexionsstellung physiologisch viel richtiger als die horizontale Extension. Auf die dritte Gefahr, die oben erwähnt wurde, hat LOEFFLER aufmerksam gemacht. Siehe auch das PLAGEMANNSche Verfahren auf Seite 277. Das obere Fragment stellt sich nämlich gewöhnlich infolge der kräftigen Wirkung des M. glutei und der kleinen Hilfsmuskeln in eine Außenrotation von etwa  $25^\circ$ . Trotz Behandlung mit Semiflexion und Nagelexension geben diese Frakturen insofern ein schlechtes Resultat, als das untere Fragment nach innen rotiert ist. Die notwendige Außenrotation kann man dem peripheren Fragment in Semiflexion auf der Braunschen Schiene nicht geben, weil hier der Ober- und Unterschenkelteil in einer vertikalen Ebene gebaut ist, während bei Außenrotation um  $30^\circ$  und Beugung im Knie der Unterschenkel nach innen vom Oberschenkel zu liegen kommt. Daher hat LOEFFLER eine Schiene konstruiert, bei welcher der Unterschenkel teil gegen den Oberschenkelteil in horizontaler Ebene winklig abgelenkt ist (s. Abb. 131 u. 132). Verfügt man über solche Schienen nicht, so muß das distale Fragment durch Unterlagerung von Kissen an der Innenseite mit gestrecktem Knie bei eleviertem Bein schief gelagert werden, und durch schiefe Einschraubung der Rolle der Zug in diese Richtung gelenkt werden.

Eine besondere Stellung nehmen die Schenkelhals- und Femurkopffrakturen ein. Untersuchungen von LANG haben die Erklärung dafür gegeben, woher der Schenkelhals so große Brüchigkeit und so schwere Heilungsmöglichkeit bietet.

Die Ernährung des Schenkelhalses geht aus 2 Kreisläufen vor sich: Die Gefäße des einen Kreislauftes, die an Zahl beschränkt sind, laufen in der Epiphysenlinie und versorgen den proximalen Kopfteil. Der andere Gefäßteil ist dicht, er tritt aus der Fossa trochanterica in den peripheren Schenkelhals. Anastomosen zwischen beiden Gefäßbezirken bestehen nicht, so daß in der Mitte des Schenkelhalses eine 1—1,5 cm lange Knochenzone fast aller Gefäße entbehrt.

Daher muß man bei Kopfschußfrakturen eine primäre und bei Schenkelhalsfrakturen eine sekundäre Resektion machen, sobald Eiterung hinzutritt.

Schwierig ist die Lagerung bei den suprakondylären Frakturen, bei welchen der Zug der Gastroknemii an den Femurcondylen eine Abknickung des unteren Fragmentes nach hinten hervorruft. Sie ist bei Schräg- und Querbrüchen mehr zu fürchten als bei Splitterbrüchen. Leichte Semiflexion ist auch hierfür meistens geeignet. Eine starke Polsterung am oberen Fragment oder ein Vertikalzügel sind oft notwendig.

Die Extension muß bei allen Oberschenkelschußfrakturen durchschnittlich nach JÜNGLING-PERTHES mindestens 42 Tage angewandt werden, weil sonst noch durch Adduktorenwirkung nachträglich eine Varusstellung eintreten kann. BOWLBY extendiert so lange, bis eine Verlängerung von 1—2 Zoll entsteht. Fängt die Bruchstelle

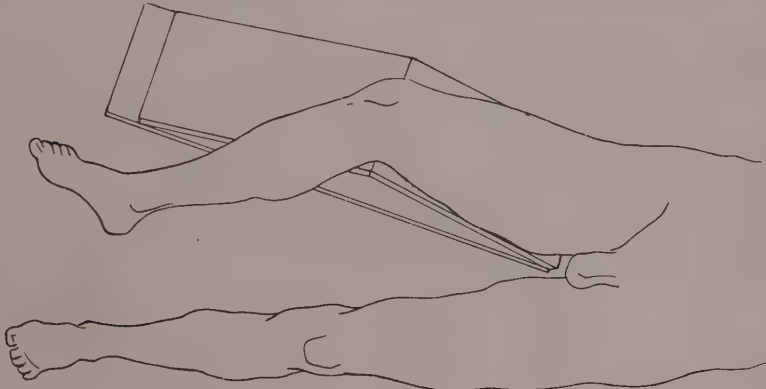


Abb. 131.

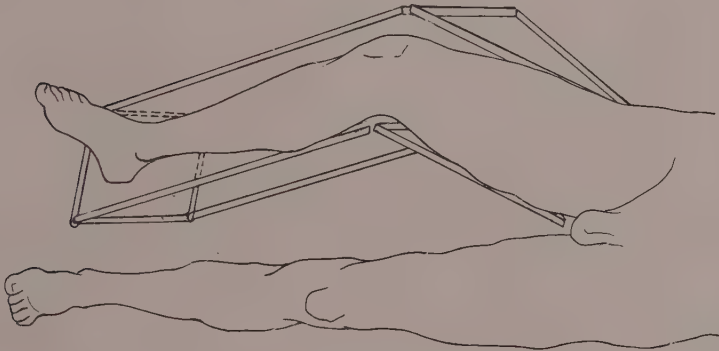


Abb. 132.

Abb. 131 u. 132. Loefflersche Schiene.

(Aus Münchener Medizinische Wochenschrift 1918.)

an fest zu werden, so wird eine Gehschiene gegeben, welche durch eine am Schuhabsatz angreifende Stahlklammer noch etwas extendiert und die gewonnene Länge erhält. Selbst bei den normal konsolidierenden Frakturen soll eine Belastung nicht vor der 12. Woche stattfinden, um nachträgliche Verbiegungen zu vermeiden.

Die Varusstellungen in der Nähe der Hüfte führten sehr häufig zu den Symptomen der Coxa vara, indem die Abduktion dadurch behindert war, daß die Trochanterspitze an den Pfannenrand stieß, und auch die Rotation nach innen schlechter war, während Beugung und Streckung im Hüftgelenk vollkommen frei waren.

Hingewiesen sei noch darauf, daß die Engländer und Amerikaner darauf aufmerksam machen, daß der Oberschenkelknochen normal eine leichte, flache, nach vorn konvexe Krümmung hat, und daß man dem durch Unterschieben eines flachen Kissens an der Rückfläche Rechnung tragen müsse.



Verkrümmungen, besonders im Sinne der Varusstellung, und Verkürzungen sind bei nicht extendierten Fällen fast immer vorgekommen.

Hinsichtlich der Geradestellung der Verkrümmungen hat sich nun gezeigt, daß die lange Zeit bestehende Angst, daß bei noch offenen Wunden jedes Redressement ein Wiederaufflackern des Infektionsprozesses hervorruft, nicht richtig ist. Meistens tritt nur für kurze Zeit wieder Fieber und Entzündung ein. Man soll sich daher frühzeitig zu Reinfractionen oder, wenn diese nicht gelingen, zu Osteotomien entschließen, und braucht die Wundheilung nicht abzuwarten. Infraktionen sind nach HOHMANN noch nach 8 Monaten möglich. Schwierig ist dabei die Fixation des oberen Fragmentes. Er braucht dazu den Klumpfuß-redresseur, dessen Backen fest anfassen müssen. Dann gelingt die Infraktion meistens mit der Hand durch Abduktion. Die verkürzten Adduktoren müssen evtl. durchtrennt werden. Wenn die Fraktur sehr hoch sitzt, ist ein Redressement nur möglich durch die Fixation des Beckens. Dasselbe wird mit beiden Oberschenkeln in hochgradiger Abduktion eingegipst. Am gesunden Bein wird ein Druck nach oben, am kranken nach unten ausgeübt. Die Infraktion wird durch Drehung des Beckens mit dem oberen Fragment erreicht. Die Osteotomien werden am besten von der Außenseite gemacht. Am Adduktorenkanal muß man wegen der Arteria femoralis vorsichtig sein. Man meißle daher nicht durch, sondern lasse einen Knochenspan stehen und breche ihn durch Osteoklase von innen nach außen ein. Diese frühzeitigen Eingriffe bieten zwei Vorteile, zunächst den therapeutischen, daß die Narben und Retraktionen der Weichteile nicht so fortgeschritten sind, und zweitens den sozialen, daß sich die Patienten zur Verlängerung des Krankenlagers eher entschließen, als wenn sie bereits „geheilt“, wenn auch mit verkrüppeltem Bein, das Krankenhaus verlassen haben. Auch hinsichtlich der Art der Osteotomien stehen sich zwei Ansichten der Chirurgen gegenüber. Die einen empfehlen die „parakallöse“ Osteotomie (KIRSCHNER u. a.), weil sie auf diese Weise nicht mehr den alten Infektionsherd berühren. Sie nehmen dabei in den Kauf, daß sie die Deformität nicht an der Stelle ausgleichen, wo sie entstanden und am stärksten ist. LEDERGERBER und ZOLLINGER dagegen betonen, daß beim Durchgehen durch den Kallus gerade die Markhöhle nicht eröffnet wird, die Infektionsgefahr daher geringer ist, daß der Kallus besonders gut vaskularisiert ist und die Konsolidation gewöhnlich auffallend schnell schon nach 4 Wochen meistens eintritt. Mir scheint, daß die guten Resultate der letzteren und der Umstand, daß sie mit wenigen Ausnahmen keine ernste Neuinfektion erlebt haben, ihnen Recht gibt. Jedenfalls haben die Mehrzahl der deutschen und englischen Chirurgen der kallösen Osteotomie den Vorzug gegeben. Natürlich dürfen die Weichteile zunächst nicht genäht werden. Das Verfahren der künstlichen Verlängerung von Beinen durch die parakallöse Osteotomie nach KIRSCHNER sei erwähnt. Es soll nur gemacht werden, wenn die Wunden geheilt sind, oder die letzten entzündlichen Erscheinungen seit Monaten zurückliegen, zum Unterschied gegen die kallösen Osteotomien.

Außenschnitt am Femur im Gesunden, Freilegen des Knochens, Durchtrennen des Periostes der Länge nach. Dieses wird als ein großer Zylinder röhrenförmig abgehoben, was nur an der Linea aspera femoris schwierig ist, dann treppenförmige Durchsägung des Knochens mit Kreissäge, darauf zunehmende Extension bis zu 70 Pfund, bis die Verkürzung ausgeglichen ist. Für die treppenförmige Anfrischung ist die Regel zu merken, daß auch, wenn der Kallus nicht besonders winklig ist, der bajonettförmige Fortsatz des proximalen Stückes auf der entgegengesetzten Seite der Verbiegung der Fragmente liegt. Wird darauf nicht geachtet, so weichen später die beiden bajonettförmigen Fortsätze infolge einer Verschiebung ad latum voneinander ab und berühren sich nicht. Damit diese Verschiebung ad latum in keinem Falle eintritt, hat KIRSCHNER in die beiden Fortsätze Häkchen eingeschlagen, um welche eine Kette herumgeschlungen wird.

Biologisch interessant ist, daß KIRSCHNER in einem Falle gar keine treppenförmige Anfrischung machte, sondern nach Bildung des Periostzylinders den Knochen

quer, möglichst hoch oben, subperiostal durchtrennte und die Knochenkallusbildung nach Distraction einfach dem Periostzylinder überließ, und daß diese gelang.

Reinfraktionen und Osteotomien kommen nur in Frage, wenn die Verkürzung mehr als 4—5 cm beträgt. Denn bis dahin lassen sich die Verkürzungen des Beines durch Beckensenkung und erhöhte Sohle ausgleichen.

Von Interesse sind die Empfehlungen von FINSTERER, HOFSTÄTTER und SCHEDE, bei starken Verkürzungen des verwundeten Beines das gesunde zu verkürzen. Viele Nachahmer scheinen sie nicht gefunden zu haben.

Die Verkürzungen schwanken sehr. Alle nicht mit Extension behandelten Frakturen zeigten solche in großem Maße, durchschnittlich 4—8 cm, auch bei reaktionslosem Verlauf. Bei lang dauernden Eiterungen fanden wir auch solche von 10—20 cm. Doch liegt das nicht immer nur an der Behandlungsmethode. Denn zuweilen ist die große Anzahl abgestoßener Splitter daran schuld. Mit frühzeitiger Extensionsbehandlung, besonders mit Nagelextension und Semiflexion, sind aber auch sehr gute Resultate erzielt. Einzelne Lazarette, die nur Frakturen behandelten, haben z. T. hervorragende Resultate, indem durchschnittlich nur Verkürzungen bis 1 cm vorlagen, das Höchstmaß 2,7 cm betrug (BÖHLER). LEDERGERBER und ZOLLINGER haben etwa 300 Oberschenkelfrakturen mit Semiflexion und Nagelextension behandelt und durchschnittlich keine oder Verkürzungen von 1 cm bekommen, obwohl darunter auch alte Fälle mit Verkürzungen von 14—19 cm waren. Der Amerikaner CRILE gibt das auffallende Resultat an, daß unter 1700 Frakturen keine Verkürzung stattfand (!), während BOWLBY zeigt, wie die Ergebnisse allmählich immer bessere wurden: 54 Fälle von 1916 zeigen eine durchschnittliche Verkürzung von 1,5 Zoll, 116 Fälle von 1917 eine von 0,9 und 90 Fälle von 1918 eine von 0,2 Zoll. Auch die Deformitäten wurden dementsprechend besser. Nur die Frakturen in den artikulären Dritteln zeigten noch am ehesten solche. Aber diese Zahlen dürfen nicht verallgemeinert werden. Erst wenn aus allen Ländern Gesamtstatistiken vorliegen, wird sich zeigen, wie die wirklichen durchschnittlichen Resultate waren. Sie sind sicher viel schlechter. Jene Zahlen beweisen nur, was geleistet werden kann.

Dieselbe Überlegung gilt auch für die Beweglichkeit der benachbarten Gelenke. Daß dieselbe auch bei den Friedensoberschenkelfrakturen häufig eine beschränkte ist, wußten wir. Es ist weniger das Hüftgelenk als das Kniegelenk, das auf den Grad der Erwerbsfähigkeit von Einfluß ist. Auch bleiben in ersterem, weil es einfaches Kugelgelenk ist, seltener erhebliche Bewegungsbeschränkungen zurück. Kniegelenkstörungen waren im Frieden etwa 50%. Daß bei den schwereren Verhältnissen der Schußfrakturen sich diese Zahlen ungünstig verschieben, ist leicht einzusehen. Frühzeitige Gelenkbewegungen vor Abschluß der Konsolidation und Wundheilung wurden daher angestrebt, (sehr sinnreich und praktisch ist der Apparat von ANSINN, durch welchen es möglich ist, passive Gelenkbewegungen in Hüft- und Kniegelenk bei fortdauernder Nagelextension zu machen (s. Abb. 133). Doch war er sehr teuer. ANSINN hielt früher die automatischen Gelenkbewegungen durch elektrischen Antrieb oder Wasserdruck für zarter, hat sich aber später nach Erfahrungen an 142 Frakturen für die durch den Patienten herbeigeführten aktiven Bewegungen als praktischer entschieden. Auch FISCHER und BAYER haben gute Apparate zu diesem Zwecke konstruiert), aber — man muß es eingestehen — wohl in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle unterlassen. So resultierten denn nur zu oft Heilungen zwar der Fraktur, aber mit wenig brauchbaren Gelenken. Besonders belastend aber für die Tätigkeit der Ärzte und des Pflegepersonals sind diejenigen Fälle, in denen nicht nur die benachbarten Gelenke versteift sind, sondern auch die des Fußes und der Zehen. Denn diese müssen sich immer vermeiden lassen. Auch ohne ANSINNSche und andere komplizierte Apparate lassen sich die Versteifungen in Hüft- und Kniegelenken bei der Extensionsbehandlung, namentlich der Nagelextension, vermeiden, wenn der Winkel

durch untergeschobene Kissen ständig und regelmäßig geändert wird. Nur muß der Arzt daran denken. Diese Bewegungen sind zugleich ein Maßstab für die Güte der Extension; denn die Möglichkeit freier Bewegungen ist gegeben, wenn durch den Zug sämtliche Muskeln angespannt sind und die Fragmente gut distrahiert sind. Sozial brauchbar ist das Bein, wenn das Kniegelenk mindestens eine Beweglichkeit von  $90^\circ$  hat. Aber nur zu oft sah man bei unseren Invaliden vollkommen oder fast versteifte Kniegelenke. Was methodische rechtzeitige Bewegungen erzielen, zeigen die Zahlen von BÖHLER, der in  $\frac{7}{8}$  Beweglichkeit über  $90^\circ$  erreichte, und von BOWLBY, bei dessen 66 Fällen 55 eine Beweglichkeit über  $90^\circ$  und keiner unter  $30^\circ$  hatte.

Gegenüber der Versteifung des Kniegelenkes hat sich eine andere Schädigung, das Wackelknie, als besonders schwerwiegende Folge herausgestellt. Darunter versteht man bei sonst beschränkter Beweglichkeit eine so starke Erschlaffung der Kapsel und des ganzen Bandapparates des Gelenkes, daß unnatürliche Bewegungen möglich sind. Infolgedessen wird jede Belastung erschwert oder unmöglich. Wir unterscheiden Patienten, bei denen das Knie bei der Belastung nach vorn oder nach

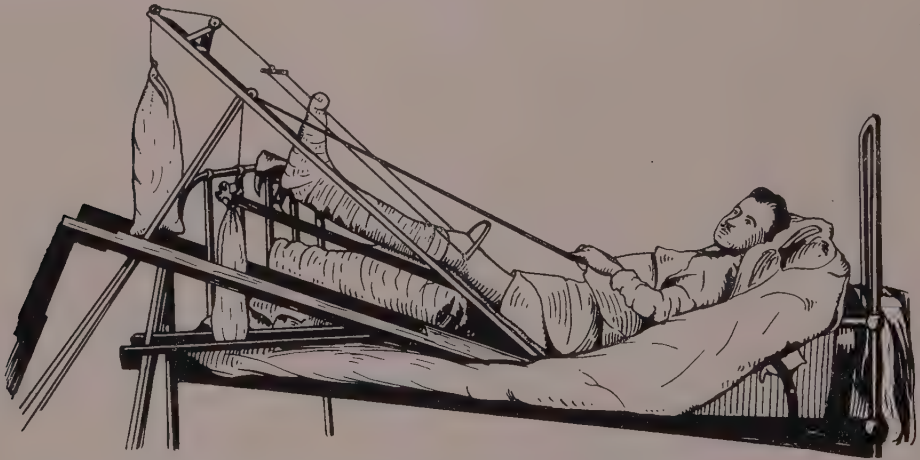


Abb.133. Apparat von Ansinn zur Extension und gleichzeitiger Bewegung der Gelenke.

hinten einknickte. Es fällt ferner auf, daß einige mit geringem Wackelknie weniger Standfestigkeit haben als mit sehr starkem. Als Ursache wurde früher eine zu starke Extension angesehen. Das ist deswegen irrig, weil auch Leute, die nur mit Schienen- oder Gipsverbänden behandelt waren, diese Folgeerscheinungen bekommen können, wie ich das oft an unserem Invalidenmaterial feststellen konnte. ERLACHER hatte die durch Knochenverkürzungen bedingten veränderten Spannungsverhältnisse der Muskeln angeschuldigt. Allein wir finden das Wackelknie nicht selten bei kleinen Verkürzungen, während es bei großen fehlt. Am wahrscheinlichsten erscheint es, die Ausdehnung der Kapsel durch Blutergüsse sowie nutritive Veränderungen der Streckmuskeln und der Kapsel als Grund anzunehmen (STROHMEYER). Denn manche Wackelknie bessern sich im Laufe der Zeit durch starke Inanspruchnahme der Muskulatur von selbst. Gewöhnlich muß aber anfangs eine Oberschenkel- und Unterschenkelhülle mit Scharniergelenk gegeben werden, welches beim Gehen von selbst festgestellt wird. In anderen Fällen genügt ein Gummistrumpf.

Gesellen sich bei Verwundeten mit versteiftem Knie- und Fußgelenk noch schwere Ödeme und Zirkulationsstörungen hinzu, so sind solche Patienten so schlecht daran, daß die Amputation in Frage kommt, obwohl sie mindesten ein schmerzhaftes Krankenlager von  $1-1\frac{1}{2}$  Jahren mit mehrfachen Operationen hinter sich haben. Auf ein eigenartiges Phänomen bei geheilten Oberschenkelschußfrakturen hat KÜTTNER



aufmerksam gemacht. Diese Patienten können, was der Gesunde nicht kann, ihr Bein wie ein Gewehr nach oben präsentieren (s. Abb. 134). Diese Eigenschaft ist eine Folge der Verkürzung des Knochens. Es entfällt die bei Streckung des Knies und Beugung des Hüftgelenkes sonst hindernde Anspannung der Weichteile auf der Rückseite.

Pseudarthrosen am Oberschenkel nach Schußfrakturen kamen nach den vorliegenden Mitteilungen am seltensten vor. Sie waren fast ausschließlich die Folge von zu ausgiebigen „Entsplitterungen“. So wird auch aus Frankreich, wo LERICHE besonders warm für die primären Entsplitterungen eingetreten ist, von zahlreichen Pseudarthrosen infolge dieser Behandlung berichtet.

BOWLBY fand sie in 1%, GULECKE sah unter seinen 51 Fällen nur eine am Oberschenkel. LEDERGERBER und ZOLLINGER haben sie häufiger beobachtet. Auch der Franzose COTTE wies auf die Seltenheit hin. Sie machen das Glied für den Verwundeten unbrauchbar, und daher bedürfen sie der Operation. Da es sich nur um einen einfachen Knochen handelt, so kommt zunächst, wenn der Defekt nicht zu groß ist, eine direkte Vereinigung durch Klammern. Draht oder durch zentrale Bolzungen mit Elfenbeinstäbchen oder autoplastischen bzw. heteroplastischen (Rinderknochenstücke) in Frage. Die direkten Vereinigungen wurden ohne Gefahr für den Enderfolg auch noch bei bestehenden Fisteln oder Wunden vorgenommen (GULECKE, LEDERGERBER, ZOLLINGER und E. REHN), während man bei den Plastiken den vollkommenen Wundschluß abwarten soll. COTTE machte bei 7 Fällen die Osteosynthese, mußte aber einen später amputieren.



Abb. 134. Nach KÜTTNER: Das geheilte Bein kann salutiert werden, was beim gesunden nicht möglich ist.

(Aus Münchener Medizinische Wochenschrift 1916, Arbeit Küttner.)

Bei Pseudarthrosen des Kopfes oder Schenkelhalses ist bei geschlossenen Wunden die Durchtreibung eines langen Nagels vom Trochanter aus von einigen Autoren mit Erfolg angewandt (HOHMANN, Abb. 135).

Über die endgültigen Wiederherstellungen liegen vorläufig nur wenig Zahlen vor. PERTHES fand unter 619 Fällen von Ersatztruppenteilen 20,7% kriegsverwendungsfähig, 38,1% garnisonverwendungsfähig und 41,1% dienstuntauglich. Von unseren in den Lazaretten des Operationsgebietes beobachteten Fällen waren nur 3% abgeschlossen und unter ihnen nur einer kriegsverwendungsfähig. Jedoch ist anzunehmen, daß unter den 6,4% reizlosen und 9,5% leicht infizierten Fällen auch noch ein Teil wieder kriegsverwendungsfähig bzw. voll erwerbsfähig geworden ist. Der Zeitraum des Aufenthaltes in den vorderen Lazaretten ist eben zu kurz, um in dieser Hinsicht ein Urteil erwarten zu können. Denn schon die Friedensfrakturen brauchen durchschnittlich 5–8 Monate, bis sich über ihre Erwerbsfähigkeit etwas sagen läßt. Immerhin sind die Zahlen von PERTHES im Vergleich mit den Friedensstatistiken, in welchen volle Erwerbsfähigkeit nur in 32,5–46% eintrat, sehr günstig, nämlich 58,8%. Vergleichen wir damit die Zahlen MARTINS, welche 1915 an 242 Fällen der Friedenspraxis aus 7 amerikanischen großen Krankenhäusern

gewonnen sind, so stellen sie sich noch erheblich besser. Bei Kindern war eine vollkommene Heilung bei Schaftfrakturen in 90%, im Alter von 15–25 Jahren nur in 50% erreicht worden, darüber hinaus sinken die Zahlen mit zunehmendem Alter erheblich. Und von der arbeitenden Bevölkerung konnten 90% ihre frühere Tätigkeit nicht mehr aufnehmen.

Darauf, daß eine sofortige Belastung nach Konsolidation aber noch nicht wegen der Gefahr der nachträglichen Verbiegung möglich ist, habe ich bereits oben S. 279 hingewiesen. Beckengipsverbände mit einem Kappellerschen Bügel, d. h. einem in

den Gipsverband eingefügten eisernen Fußsohlenbügel, oder, wie die Engländer und Amerikaner es getan haben, Thomasschienen mit einer Extensionsvorrichtung sind unbedingt noch für 6–8 Wochen notwendig. Bei den leicht-infizierten Fällen ohne lebhafte Sequestrierung dürfte das Bein nicht vor 13 Monaten (auch nach englischen Statistiken) gebrauchsfähig sein. Bei den schwerer infizierten Fällen muß man mit Zeiträumen von  $1\frac{1}{2}$ –2 Jahren rechnen.

Amputiert wurde unter unserem Material in 12,5%, und zwar in 1% wegen der Verletzung an sich, in 1,5% wegen Gangrän nach schweren Gefäßverletzungen, und in 10,0% wegen Infektion, darunter 4,9% wegen Sepsis und 5,2% wegen Gasödem. Auch hier zeigt sich wiederum die Gefährlichkeit der Verletzungen des unteren Drittels darin, daß das Verhältnis der betroffenen Drittel ausgedrückt ist durch die Zahlen: unteres Drittel 26, mittleres Drittel 6, oberes

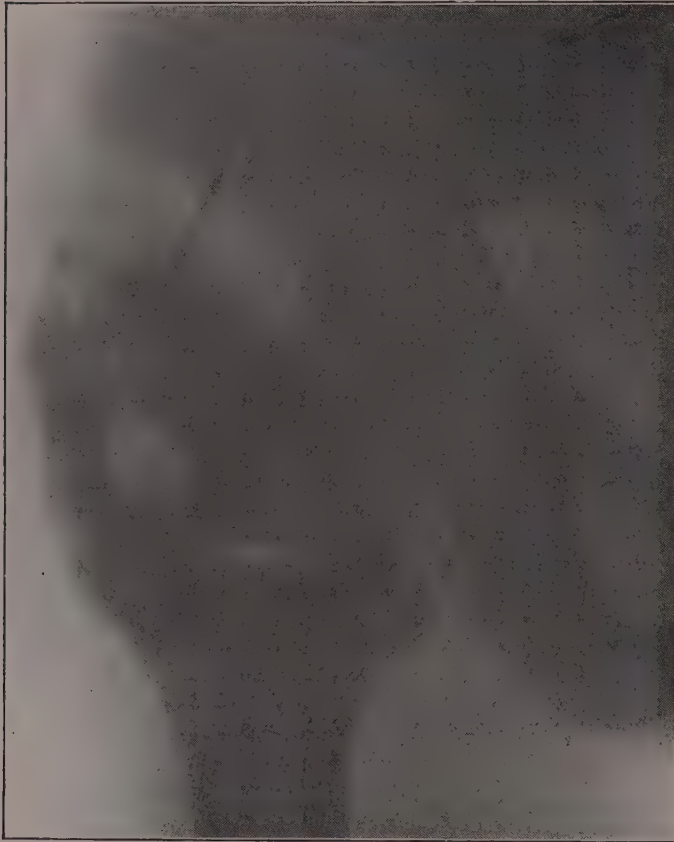


Abb. 135. Geheilte pertrochantere Scheitelhalsfraktur durch Infanterieschuß mit sehr starker Kalluswucherung. Ein zur Fixation eingetretener Nagel ist im Laufe der Heilung gewandert.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

Drittel 7. Und daß auch das obere Drittel tatsächlich ungünstiger als das mittlere ist, ergibt sich daraus, daß hierzu noch bei ersterem 7 Hüftgelenkresektionen zu rechnen sind. Gestorben sind von unseren Amputierten 69,2%. Diese hohe Ziffer scheint mir ein deutlicher Beweis dafür zu sein, daß bei uns in Deutschland zu wenig primär und sekundär und häufig zu spät amputiert wurde, um so mehr, als von unsern Todesfällen an Sepsis und Gasödem nur  $\frac{1}{3}$  amputiert waren. Denn nach BOWLBY starben in England durchschnittlich nur 33% der Amputierten. Merkwürdigerweise stimmt die Zahl von 69,2% fast überein mit der des Krieges 1870/71 (69,6%), so daß vielleicht der Schluß erlaubt sein dürfte, daß der Entschluß zur Amputation den jetzigen deutschen Chirurgen ebenso schwer gefallen ist wie im Jahre 1870/71. Dafür spricht auch, daß nur 4,9% wegen Sepsis amputiert wurden und 18,1% an

Sepsis starben. Indessen ist der Einwand gegen die Richtigkeit des Schlusses berechtigt, daß unsere Zahlen nicht die Gesamtheit der behandelten Oberschenkel-schußfrakturen betrifft, sondern nur einen Ausschnitt. Immerhin scheint für meine Annahme zu sprechen, daß die Zahl der amputierten Fälle bei den Engländern größer war und z. T. das Doppelte betrug. BOWLBY berichtet, daß 30% primär und sekundär amputiert wurden, TURNER 25%. Allerdings sind nach letzterem Autor diese Zahlen gegen den Schluß des Krieges auf 9,5% heruntergegangen. Auch der Amerikaner CRILE hat nur 9% amputiert.

Hinsichtlich der Art der Amputation wurde vielfach der einzeitige Zirkelschnitt nach CELSUS (KAUSCH) angewandt. So gewiß diese Operation wegen der Schnelligkeit, Einfachheit und Schaffung einfacher Wundverhältnisse große Vorteile bietet, so haben sich namentlich an ihm auch seine Nachteile gezeigt; denn gerade am Oberschenkel sahen wir so häufig die berüchtigten kegelförmigen Amputationsstümpfe. Zum kleinen Teil war die falsche, lange durchgeführte elevierte Lagerung des Stumpfes schuld. Zu einem größeren führten die schwierigen Verhältnisse des Krieges zu diesem Resultat. Denn gerade in der Anfangszeit, wo die methodische Extension der Weichteile vorgenommen werden mußte, wechselten unsere Verwundeten häufig ihren Aufenthaltsort und wanderten durch die Hände verschiedener Ärzte.

Aufmerksam sei hier noch gemacht auf den Kunstfehler der Naht des Amputationsstumpfes, der nicht oft, aber doch immer wieder gemacht wurde. An keiner Gliedmaße rächte sich derselbe so wie am Oberschenkel mit seinen massigen Weichteilmassen und vielen Muskelinterstitien. Weitgehende Stumpfphegmonen, besonders im Gebiete der Gefäßscheiden und des Nervus ischiadicus, und Arrosionen der großen Gefäße waren, wenn die Nähte nicht früh gelöst wurden, ihre Folgen. Das klinische Prinzip, auf jede Naht zu verzichten, wenn die Amputation wegen einer Infektion oder einer schweren infektiösvärdächtigen Wunde gemacht wird, ist durch den Weltkrieg als zu Recht bestehend wiederum bewiesen worden. Dagegen wurde von der Sekundärnaht und korrektiven Methoden, bzw. wo das nicht angänglich war, einer frühzeitigen Extension der Weichteile zu wenig Gebrauch gemacht. Langwierige Heilungen und schlechte Amputationsstümpfe hätten dadurch vielfach vermieden werden können. Hinsichtlich der plastischen Operationsmethoden und der Prothesen wird auf die besonderen Abschnitte dieses Werkes hingewiesen.

Die Dauer der Wiederherstellung schwankt außerordentlich, je nachdem ob eine Infektion und in welchem Grade sie aufgetreten ist.

Die Frage der Konsolidation ist nicht von der der Infektion zu trennen. Sie tritt bei sonst gleichgearteten Fällen um so eher ein, je näher der Wundverlauf einem aseptischen oder leicht infizierten steht. Der Umfang der Splitterung spielt bei den aseptischen Frakturen keine Rolle. Selbst bei den schwersten Zerkümmerungsbrüchen in einer Ausdehnung von 12—14 cm trat die Konsolidation in normaler Zeit, d. h. in 6—8 Wochen, ein, wenn es sich um aseptische Wunden, namentlich bei den Infanterieschüssen handelte. Hervorgehoben zu werden verdient, daß sie zuweilen überraschend früh eintrat, obwohl sich auch unter diesen Fällen schwerste Splitterfrakturen befanden. Wir beobachteten Fälle mit einer Konsolidation in 4 Wochen bei den Infanterieschußfrakturen in 2%. Einmal konnte ich dieselbe schon einwandfrei nach 3 Wochen, allerdings bei einer Schrägfraktur mit geringer Splitterung, feststellen. Über die Gründe für diese frühzeitige Konsolidation sind verschiedene Ansichten ausgesprochen, ohne daß eine beweisende Begründung erbracht wäre. Überall da, wo eine profuse Eiterung vorlag, ließ das Festwerden lange auf sich warten, und in der Mehrzahl der sezierten Fälle von Sepsis war von einer Kallusbildung überhaupt keine Rede. Zum Teil liegt das wohl daran, daß die zur Brückenbildung geeigneten Knochensplitter infolge der Eiterung ausgestoßen wurden, zum Teil daran, daß die starke in Wirksamkeit bleibende Infektion des Periostes der Kortikalis und des Knochenmarks eine Kallus aufbauende Tätigkeit verhinderten.



Ferner, wird der Heilungsverlauf besonders lange durch die Sequestrierungen von Knochensplittern aufgehalten. So richtig es ist, bei akuten schweren Infektionen alle vollkommen gelösten Splitter zu entfernen und die Wundverhältnisse dadurch einfacher zu gestalten, so falsch ist es, Nekrotomien zu frühzeitig und zu oft in kurzen Zwischenräumen zu wiederholen. Hierin ist in den Heimatlazaretten

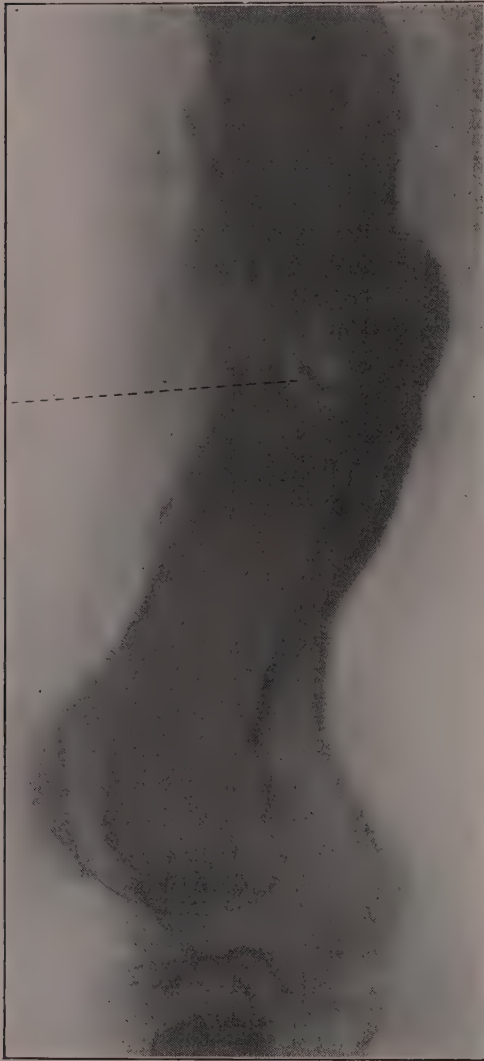


Abb. 136.



Abb. 137.

Abb. 136 u. 137. Geheilte Oberschenkelschußfraktur in der Mitte mit 2 Fisteln. Sehr starker Kallus. Deutliche Sequester in Sequesterhöhlen. Sehr schöne Sudecksche Knochenatrophie im unteren Femur- und angrenzenden Tibia- und Fibulaende. Fisteloperation nach Röntgenbefund angezeigt. Entfernung der Sequester nach dem Verfahren von KLAPP-ELS-CARL.

(Aus Franz, Kriegschirurgie 1920.)

oft gefehlt worden. Nicht jede Fistel, nicht jeder mit der Sonde gefühlte „rauhe Knochen“ darf das Angriffsobjekt vielgeschäftiger Operateure werden. Es ist immer im Auge zu behalten, daß es sich bei diesen Zuständen nicht um eine akute, sondern um eine chronische Osteomyelitis handelt, und daß die Bildung einer ordentlichen Knochentotenlade Zeit in Anspruch nimmt (s. Abb. 136 u. 137). Bei der Indikation für die Nekrotomie wurde von der Röntgenphotographie viel zu wenig Gebrauch

gemacht. Sequestrotomien sollen durchschnittlich erst in der 12. -16. Woche gemacht werden. Neu und von besonderer Wichtigkeit bei den alten Knochenfisteln sind die Erfahrungen mit der Operationsmethode von CARL, ELS, KLAPP u. a. Sie setzt voraus, daß sich der Sequester gelöst hat, und basiert darauf, daß man Periost, Knochensubstanz der Umgebung und vor allem die die Höhle auskleidende Granulationsmembran möglichst schonen soll, um keine neuen Infektionen eines frisch gemeißelten Knochenbettes zu setzen und gute Ernährungsverhältnisse zu schaffen. Ein schwerer Fehler ist ferner häufig damit gemacht worden, daß man Verwundete mit wenig absondernden Fisteln unnütz lange Zeit in den Lazaretten behielt, sie indikationslos alle paar Wochen auskratzte und so lange von sozialer Arbeit fernhielt, bis sie ganz geheilt waren. Darüber vergingen evtl. Jahre. Viele dieser Verwundeten hätten ohne Gefahr, da sie die Wunden selbst mit einem Salbenlappen verbinden konnten, als arbeitsverwendungsfähig in der Heimat oder mit einer kleinen Rente vollkommen aus dem Militärdienst entlassen werden können.

Sehr hoch sind die Mortalitätsziffern. Wir hatten unter 711 Schußfrakturen 303 Tote=42,5%. Es starben

1. an primärer Verblutung . . . . .	42 = 5,9%
2. an Schock . . . . .	25 = 3,5%
3. an Sepsis . . . . .	129 = 18,1%
4. an Gasödem . . . . .	73 = 10,3%
5. an Tetanus . . . . .	2 = 0,3%
6. an anderen Ursachen . . . . .	32 = 4,4%
	<hr/> 303 = 42,5%

Unter den anderen Ursachen sind angegeben

1. wegen anderer Verletzungen . .	12 Fälle
2. wegen Pneumonie . . . . .	10 „
3. wegen Fettembolie . . . . .	4 „
4. wegen Lungenembolie . . . . .	6 „
	<hr/> 32 Fälle.

Und das sind allein unsere Fälle im Operationsgebiet. Über die Todesfälle in rückwärtigen Lazaretten und der Heimat wissen wir nichts Genaues.

Einige Zahlen aus Etappen- und Heimatlazaretten seien angegeben. Es starben von

500 Schußfrakturen	20 (LEDERGERBER u. ZOLLINGER) = 4 %
40 „	4 (BÖHLER) . . . . . = 10,0 %
59 „	8 (MARWEDEL) . . . . . = 13,8 %
32 „	2 (JÜNGLING) . . . . . = 6,1 %
200 „	32 (ZUCKERKANDL) . . . . . = 16 %
165 „	16 (PERTHES) . . . . . = 9,69%
68 „	5 (MEYER) . . . . . = 6,8 %
964 „	87 . . . . . = 9,0 %

Da die Todesfälle auf dem Transport nicht mit einbegriffen sind, so dürfte ein Prozentsatz von 9% nicht zu niedrig gegriffen sein, so daß wir die Mortalität mit rund 51% feststellen müssen, also eine Mortalität, welche fast doppelt so groß als die der Brustschüsse (27%) ist und sich sehr der Bauchschüsse (50-60%) und Schädelschüsse (60-65%) nähert.

Vergleichen wir damit einige andere Zahlen, die wir von unseren Feinden wissen: HALPERN fand unter den 17 116 Oberschenkelverletzten (Weichteile allerdings einbegriffen) von 29 russischen Hauptverbandplätzen 1883 Tote=11%, woraus wir nach dem Verhältnis zwischen den Toten an Weichteilschüssen zu denen an Knochenschüssen nach unserer Berechnung auf 8% Todesfälle bei Oberschenkel-schußfrakturen schließen könnten. Der Engländer JONES berichtet, daß die Mortali-

tät im Anfang des Krieges eine sehr große war. Nach einer Statistik von GREY aus den Jahren 1914/15 starben bis zum Erreichen der Zentrallazarette 80% und von diesen noch 50%, demnach also etwa 90%. Also erreichte die Sterblichkeit eine Ziffer, welche der unserer nicht operierten Bauchschnitte entsprach. Manche Chirurgen standen daher in Frankreich und England damals auf dem Standpunkte, alle Femurfrakturen primär zu amputieren. Erst die Einführung der primären Wunddesinfektion und die Anwendung der Thomasextensionsschiene brachten ein Sinken auf 15,6% in den Zentrallazaretten und auf 5% in den Speziallazaretten. BOWLBY schätzt die Zahl der an Oberschenkelschußfrakturen auf etwa 50%, glaubt aber, daß die Behandlung mit den jetzigen Hilfsmitteln die Sterblichkeit auf etwa 20% erniedrigen würde (das wäre eine Zahl, wie ich sie für den Südwestafrikanischen Feldzug ausrechnete.) Allein mit dieser Annahme stimmen seine genauen Zahlen in einem anderen Artikel nicht überein. Denn er berichtet aus dem Jahre 1918, wo also die verbesserte Behandlung schon durchgeführt wurde, daß die primäre Mortalität bei 3141 Fällen an der Front 17,5% betrug, 21% wurden primär amputiert, und von diesen starben 33%. In den Etappenlazaretten starben von 5025 Schußfrakturen 10,8%, 10,2% wurden amputiert, und die Mortalität dieser Amputationen war wiederum 33%. In den Heimatlazaretten in England starben nur 1—2%. Rechnet man diese Zahlen um, und nimmt man, wozu man berechtigt ist, an, daß die Schußfrakturen der Frontlazarette auch die Etappenlazarette passierten, so kommt man auf 27,8% Mortalität. PEARSON und DRUMMONT geben in der ersten Hälfte des Krieges die Gesamtsterblichkeit auf 20% an, PHILIP TURNER in den letzten Monaten des Krieges auf 10,8%. Der Amerikaner CRILE berichtet dagegen nur von 8% Mortalität bei 1700 Oberschenkelschußfrakturen.

Bei einem Vergleich mit den genauen Zahlen des deutsch-französischen Berichtes 1870/71 finden wir, daß auch dort die Sterblichkeit nur mit 49,4% angegeben ist. Demnach würde nach unseren Zahlen eine Besserung der Erfolge trotz der viel besseren Durchbildung unserer Ärzte und der Fortschritte unserer Wundbehandlung nicht eingetreten sein. Der Grund dürfte, da wir dieselben Verhältnisse auch bei den Weichteilschnitten oben bereits feststellen konnten, einmal darauf zurückzuführen sein, daß im Gegensatz zu damals die Erdisinfektion mit dem Gasödem, welche 1870/71 nur wenig Opfer gefordert zu haben scheint, die Todesziffer um ein Bedeutendes vermehrt hat, sodann aber darauf, daß wir zu wenig amputiert haben (s. S. 284).

Die Verteilung der Todesfälle auf die einzelnen Drittel des Oberschenkels hat nach der Ansicht der meisten Autoren das Resultat, daß die Verletzungen des mittleren Drittels die wenigsten, die der intraartikulären Drittel die meisten Fälle geliefert haben, und zwar das untere Drittel mehr als das obere. Diese Feststellung unterscheidet sich von der Schlußfolgerung aus den Zahlen des Krieges 1870/71, nach welcher das mittlere Drittel als das gefährlichste angesprochen wird. Allein die damaligen Berichtersteller zweifelten schon an der Richtigkeit dieses Schlusses und führten wohl mit Recht als Grund die Unrichtigkeit der statistischen Zahlen bezüglich der Einteilung in die verschiedenen Drittel an, die zu einer Zeit, wo die Röntgenuntersuchung noch fehlte, ihre Schwierigkeit hatte. Von Interesse ist die Durcharbeitung der einzelnen Arten der Todesfälle.

#### Blutungstodesfälle.

Zum Tode durch primäre Verblutung führten die Verletzungen großer Gefäße in 5,9% (9mal Art. und Vena femoralis, 2mal A. u. V. poplitea, 3mal A. femoralis, 1mal A. profunda, 1mal A. poplitea, 2mal V. femoralis, 1mal V. poplitea, 1mal Circumflexa femoris und 1mal die Samenstranggefäße bei gleichzeitigem Hodensackschuß). Die auf dem Schlachtfeld Verbluteten kommen dabei nicht in Betracht.

Von Interesse ist ferner die Feststellung, innerhalb welcher Zeit die Verletzten, welche, wenn auch nicht gleich, so doch immer in ärztliche Behandlung



kamen, starben. Auf dem Transport zum Feldlazarett starb nur einer. Das erscheint auffallend. Allein es ist zu bedenken, daß die auf dem Transport zum Truppen- oder Hauptverbandplatz Gestorbenen wahrscheinlich alle nicht auf den Fragebogen aufgeführt sind. Innerhalb von 12 Stunden starben 47%, innerhalb von 24 Stunden 72%. Innerhalb des zweiten Tages 9,6%, des dritten Tages 5,8%, die anderen später. Wenn der Tod nach 24 Stunden auftritt, steigen an der Diagnose „Verblutung“ berechnete Zweifel auf, da die Kombination mit Sepsis nicht immer auszuschalten ist. Wenn Fieber aufgetreten ist, dürfte man von einem Tod wegen Blutverlust wohl nicht mehr sprechen dürfen. Auffällig ist es, daß nicht alle Verwundeten mit großen Wunden gleich starben, obwohl nicht bei allen ein Schlauch angelegt war. Verlegung der Gefäßwunde durch Muskelkulissen, Einrollung der Intima und starkes Sinken des Blutdruckes sind die Ursachen dafür. Ferner bewahrheitet sich auch hier die alte Tatsache, daß der starke Blutverlust zwar zunächst infolge therapeutischer Maßnahmen überwunden wird, aber doch durchschnittlich in 24 Stunden zum Tode führt. Zu erwähnen ist noch eine eigentümliche Art der Verblutung, die diesseitigen Erachtens zum erstenmal im Weltkriege, und zwar nur am Oberschenkel, beschrieben ist, nämlich die Verblutung nach innen in die Oberschenkelweichteile. Vereinzelt Fälle waren schon während des Krieges bekanntgegeben. ELSNER hat dann 1919 12 Fälle zusammengestellt. Ich selbst beobachtete einen Fall, bei dem nach 4 Wochen die Exartikulation zu spät kam. In einem anderen Falle gelang es mir, nachdem die Blutung in den Oberschenkel 3 Wochen gedauert hatte, den vollkommen ausgebluteten Patienten durch Ligatur der Femoralis zu retten. Es handelt sich bei diesen Fällen darum, daß es nicht zur Bildung eines aneurysmatischen Sackes kommt, sondern sich das Blut allmählich immer weiter in die Knochen- und Weichteilszertrümmerungshöhle und Muskelinterstitien hineinpreßt. Dadurch nimmt der Oberschenkel kolossale Dimensionen an. Die Haut zeigt eine pralle ödematöse Beschaffenheit und läßt auffallenderweise Farbenveränderungen vermissen. Die Differentialdiagnose wird dadurch erschwert, daß die typischen Aneurysmageräusche zuweilen immer, zuweilen vorübergehend, fehlen. Die zunehmende Anämie bei fehlender Blutung nach außen führt zur Diagnose. Es ist von Interesse, daß die „Kalluswucherung“ in diesen Fällen fehlt. Die Todesfälle an septischen Nachblutungen finden sich unter der Sepsis auf S. 291.

#### Todesfälle durch Schock.

Bei 25 Fällen unseres Beobachtungsmaterials wurde angegeben, daß Schock und Blutung oder Schwere der Verletzung und Blutung den Tod herbeigeführt hätten. In allen diesen Fällen handelte es sich nicht um Blutungen aus bestimmten großen Gefäßen, sondern um schwere Zertrümmerungen des Oberschenkelknochens. Das legt den Verdacht nahe -- Sektionen sind nicht gemacht worden, aber in 2 Fällen hatten die Ärzte schon die Diagnose auf mögliche Fettembolie gestellt --, daß die Todesursache Fettembolien oder Kapillarembolien gewesen sein können, und würde zu den Untersuchungen von BEITZKE, PORTER und SIEGMUND passen, welche bei den echten traumatischen Schockfällen häufig pulmonale und bei den protrahierten vorwiegend zerebrale und allgemeine Embolien fanden. Der Tod trat in unseren Fällen fast ausnahmslos innerhalb der ersten 24 Stunden ein. Der Prozentsatz an Schocktodesfällen ist in unserem Material nicht hoch, denn nach BAIRD starben von den Zermalmungsbrüchen an Schock 36%.

Und noch eine Todesursache ist sowohl bei den primären Verblutungen als auch bei den Fällen, wo sich Schock und Blutung kombinieren, zu nennen, das ist der Operationsschock. Es erscheint nicht als Zufall, daß ein großer Teil der Operierten unmittelbar nach der Operation gestorben ist. Operation als solche und vor allem die Narkose tragen die Schuld daran. Gewiß sollen Leute im Schock an sich nicht operiert werden. Aber gerade den Verwundeten mit großen Blutverlusten

gegenüber befindet sich der Arzt in einer sehr unangenehmen Lage. Denn ebensowenig wie die Begriffe des Schocks bis jetzt wissenschaftlich geklärt sind, ebensowenig sind die Zeichen der praktischen Unterscheidung zwischen Schock und Blutung klar auseinanderzuhalten, zumal da sich beide Zustände nur zu oft miteinander kombinieren. Läßt sich der Arzt durch den Grundsatz leiten, daß der Schockierte nicht angerührt werden darf, so besteht bei weiterem Zuwarten bei liegendem Schlauch die Gefahr der Gangrän und bei nicht liegendem Schlauch die Gefahr der meistens tödlichen Nachblutung, und vor allem der sicheren Infektion. Immerhin dürfte doch von zwei Übeln das kleinere vorzuziehen sein, d. h. man warte zunächst mehrere Stunden ab, bekämpfe den Schock und operiere erst später. In dieser Hinsicht wurde, glaube ich, häufig gefehlt, indem man diese Operation wegen Blutverlust als unaufschiebbare Dringlichkeitsoperationen auffaßte. Die Frage, ob man einen Schlauch anlegen, ihn liegen lassen oder ihn durch einen Druckverband ersetzen soll, läßt sich grundsätzlich nicht entscheiden. Nur eines darf wohl als zweckmäßige Maßnahme empfohlen werden, daß, wenn es sich zweifelsfrei um eine große arterielle Blutung und eine Fraktur mit großen Weichteilwunden gehandelt hat, man dann die Schlauchbinde liegenlassen oder anlegen kann, selbst auf die Gefahr der Gangrän hin, weil dann ja doch nur die spätere Absetzung in Frage kommt.

Wenn sich nun aber der Arzt zum Eingriff entschließt, dann darf er kein Morphin und kein Chloroform geben. Es kommen dann überhaupt nur ganz kurze Äther- oder Äthylchloridräusche in Frage unter gleichzeitiger intravenöser Kochsalz- (evtl. nach englischem Vorschlag mit 6% Gummiarabikum-Lösung) und Digitaleninfusion. Und um nun jeden von der Peripherie zum Zentrum übermittelten Schock zu vermeiden, scheint es nach CRILES Vorschlag empfehlenswert, den Nervus cruralis und ischiadicus durch Novokainadrenalin-Ein- oder Umspritzung zu blockieren.

### Todesfälle an Sepsis.

Die Todesfälle an Sepsis sind hoch. Sie betragen 18,1% bei Frakturen, während auf sämtliche Oberschenkelschüsse unseres Beobachtungsmaterials 8,7% entfielen. Dabei ist zu bedenken, daß ein großer Teil der Fälle nicht bis zum Schluß ihrer Erkrankung verfolgt werden konnte, sondern daß die gezählten Todesfälle nur jene Kranken umfassen, welche in den Sanitätsformationen des Feldheeres behandelt wurden. Wie viele von den anderen in der Heimat starben, wissen wir nicht.

Beachtenswert ist, daß unter allen diesen von mir nach den Krankengeschichten kontrollierten Fällen sich nur 1 Fall von Pyämie aufgezeichnet fand, so daß die Ansicht vieler Chirurgen, besonders von MARWEDEL, LÄWEN und FRANZ, daß die Pyämie im Weltkrieg gegenüber den Kriegen der vorantiseptischen Zeit wesentlich abgenommen hat, im Gegensatz zu der Ansicht WIETINGS eine neue Stütze bekommen hat.

Nicht von ausschlaggebender aber hoher Bedeutung ist für die Entstehung der Todesfälle an Sepsis die begleitende Verletzung großer Blutgefäße. Diese ist auf unsere Fälle in 22,4% berechnet.

Wenn man jedoch die Verletzung zahlreicher kleinerer Gefäße und hohen Blutverlust überhaupt in Anrechnung bringt, so erhöht sich die Ziffer auf etwa 75%. Die alte Erfahrungstatsache, daß großer Blutverlust die Infektion begünstigt, wird dadurch bestätigt.

Als Beispiel für die Wichtigkeit der Thrombose hinsichtlich der Sepsis sei folgender Fall von reinem Weichteilschuß angeführt, bei welchem keine Eröffnung der Gefäßlichtungen, sondern nur eine Thrombose infolge von Kontusion vorlag. Der Verwundete war 3 Tage fieberfrei, dann stieg die Temperatur auf 40,8° und blieb bis zu dem 2 Tage später erfolgenden Tode zwischen 39 und 40° (s. Kurve Abb. 138). An Embolie infolge von septischer Thrombose starben nur 1,3%, wozu die Fälle von reiner Thrombose nicht gerechnet sind.

Zu Gangrän als Vorläufer der Sepsis führten diese Verletzungen großer Gefäße in 42,4%.

Von wichtigem Einfluß auf den Verlauf der Sepsis waren die Nachblutungen, welche in 18,4% entweder unmittelbar oder mittelbar den Tod veranlaßten (s. auch S. 270).

Bemerkenswert ist die Tatsache, auf die auch sonst von anderen (C. FRANZ) hingewiesen worden ist, daß Nachblutungen sich häufig durch einen plötzlichen Temperaturanstieg ankündigen. Die Erklärung dürfte vielleicht darin zu suchen sein, daß größere Teile des infizierten Thrombus durch den Blutstrom in die Blutbahn gerissen werden und dadurch der übrigbleibende Rest seine bisherige Widerstandsfähigkeit gegen den Blutanprall verliert. Die Mehrzahl der septischen Nachblutungen trat zwischen dem 5. und 12. Tage auf. Frühere Termine sind nicht verzeichnet.

Die Frage, welche Art der Verletzung häufiger die Sepsistodesfälle herbeiführte, ist natürlich dahin zu beantworten, daß das intensivere Trauma das größere Plus aufweist. 82,3% entfallen auf Knochen- und nur 17,7% auf reine Weichteilverletzungen. Von hervorragendem Interesse ist die Tatsache, daß unter den Knochenverletzungen 83,4% das obere und untere Drittel des Knochens betrafen, während das mittlere nur in 16,6% Anteil nahm, und zwar sind oberes und unteres Drittel ziemlich gleichmäßig beteiligt. Die Gefahr des Todes an Sepsis ist demnach bei Verletzung der den Gelenken benachbarten Drittel, also den artikulären, um ein Vielfaches erhöht. Dabei brauchen die Gelenke gar nicht primär eröffnet zu sein, sondern sie werden sekundär entweder auf dem Lymphwege oder infolge der häufigen ins Gelenk gehenden Sprünge infiziert. Das Kniegelenk vereitert sekundär in einem höheren Grade als das Hüftgelenk, was durch die anatomischen Beziehungen des ersteren bedingt ist. Denn die mit dem Kniegelenk fast immer kommunizierende Bursa subcruralis reicht immer weit an der Vorderfläche des unteren Knochendrittels herauf, während die Hüftgelenkscapsel vor der Linea intertrochanterica anterior Halt macht. Wenn oberes und unteres Drittel trotzdem prozentual ungefähr gleichstehen, so ist das einmal dadurch bedingt, daß der größere Weichteilkegel des oberen Drittels das Plus der Gelenkbeteiligung des unteren Drittels wett macht, sodann aber dadurch, daß, wenn eine Gelenkbeteiligung am ersteren eingetreten ist, diese schwerer zu erkennen ist und erfahrungsgemäß weniger schnell chirurgisch angegangen wird als am Kniegelenk. Auch darf die zuweilen bestehende gleichzeitige Beckenknochenverletzung (1,4%) nicht vergessen werden. Der Umstand, daß die artikulären Knochen Drittel an sich auch eine größere Knochenmasse darstellen, spielt eine geringere Rolle. Denn für die Sepsis ist nach allgemeinen Erfahrungen des Weltkrieges bei Schußverletzungen die Osteomyelitis von geringerer Bedeutung als die Infektion der Gelenke, der Weichteile und namentlich der Blutgefäße in Form der Thrombophlebitis, gleichgültig, ob es sich um eine große oder viele kleine Venen handelt.

Wie schnell trat nun der Tod an Sepsis ein? Hierbei sind die Fälle unterhalb von 24 Stunden auszuschalten. Denn bei ihnen ist es bei fehlenden Sektionen und Blutuntersuchungen unmöglich, festzustellen, welchen Anteil die Schwere des Traumas an sich, der Blutverlust oder der Schock haben. Auch für die Todesfälle innerhalb der nächsten 2 Tage stößt eine wissenschaftliche Klarstellung ohne genaue Untersuchung aller Faktoren, wie sie im Felde nicht durchführbar ist, auf Schwierigkeiten. Ohne Acht auf die zweite Einschränkung fanden wir 37,5% Todesfälle innerhalb

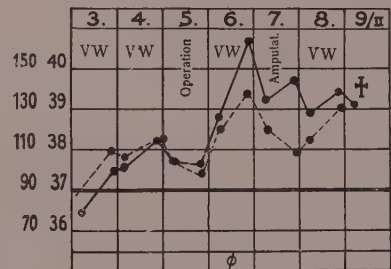


Abb. 138.

Reiner Weichteilschuß A. u. V. femoralis sind durch Thrombus infolge Kontusion geschlossen. Hiervon geht am 4. Tage nach einer intermediären chirurgischen Wunddesinfektion die Sepsis aus.



der ersten 6 Tage, 39,0% innerhalb 7—24 Tagen, demnach also 76,5% auf den Zeitraum der ersten  $3\frac{1}{2}$  Wochen. Darin zeigt sich wieder, wie fehlerhaft Statistiken aus weiter zurückliegenden Lazaretten sind. Es scheint, als wenn diejenigen Fälle von Sepsis am schnellsten sterben, bei denen die Gefäße, insbesondere die Venen eröffnet sind, von denen es zu einer Thrombophlebitis kommt. Die Tatsache darf nicht verschwiegen werden, daß die Durchsicht der Krankenblätter ergibt, wie schwer sich die Ärzte im allgemeinen bei bedrohlichen Zuständen zu frühen Amputationen entschlossen haben. Denn noch nicht 30% der an Sepsis Gestorbenen wurden amputiert bzw. in der Hüfte exartikuliert, und die Tatsache, daß diese Operation meistens erst kurz vor dem Tode gemacht wurde, läßt bei den nicht ganz frischen Fällen den Schluß berechtigt erscheinen, daß die operative Initiative durch den Konservatismus zu stark beeinflusst war. Allerdings darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Sepsis in einigen wenigen Fällen auch trotz frühzeitiger Amputation (einmal war diese schon nach 20 Stunden gemacht worden) ihren deletären Fortgang nahm. Auch sei auf die Fieberkurve (Abb. 116) hingewiesen als Beleg, daß die Temperatur allein als Maßstab für die Schwere der Sepsis nicht maßgebend sein darf, sondern der Allgemeinzustand und vor allem die Pulsfrequenz. So starb ferner ein Patient innerhalb von 5 Tagen an Sepsis, obwohl er nur am ersten Tag  $39,0^{\circ}$  hatte, und die Temperatur dann schnell auf die subnormale Kollapstemperatur sank. Dreimal war die Sepsis bei Weichteilschüssen im Anschluß an Faszienphlegmonen, 1 mal an ein Erysipel aufgetreten. Bewußtseinsstörungen waren häufig, Erbrechen einige Male ein initiales Symptom. Reseziert wurden außerdem noch 13,7%, wovon etwa die Hälfte auf das Hüftgelenk fällt. Es darf darauf aufmerksam gemacht werden, daß Resektionen zur Bekämpfung von allgemeiner Sepsis nicht in Betracht kommen sollten. Da aber die Diagnose zwischen einer lokalen Eiterung mit schweren Allgemeinsymptomen und einer beginnenden Sepsis schwer oder zuweilen überhaupt nicht zu stellen ist, so kommt es auf den Zeitpunkt, wann die Resektion gemacht ist, an. Auch ist die Resektion des Hüftgelenks anders als die des Kniegelenks bei der Wahl zwischen ihr und einem radikaleren Eingriff zu bewerten. Denn die Amputation bei Kniegelenkeiterung bietet mehr Aussichten zur Erhaltung des Lebens als die Exartikulation in der Hüfte. Letztere hat mit wenigen Ausnahmen zum Tode geführt, eine Erfahrung, die auch die Engländer berichten. Auch bei den langdauernden Fällen war nie Konsolidation der Fraktur eingetreten.

Von Interesse ist, daß die Sepsis häufig Blutungen im Magendarmkanal und einige Male besonders im Duodenum zeigte.

Die Verteilung der Todesfälle auf die einzelnen Geschosarten ergibt, daß 74,3% auf Granatsplitter, 10,5% auf Schrapnells und 15,2% auf Infanteriegeschosse entfallen. Durchschüsse und Steckschüsse waren in gleicher Zahl vorhanden. Vergleichen wir die Zahlen der an Sepsis Gestorbenen mit den Gesamtzahlen der durch verschiedene Geschosse Verletzten, so ergibt sich, daß von den Granatsplitterverletzten die meisten, nämlich 13,9%, von den Schrapnellverletzten 10,5% und von den Infanteriegeschosverletzten 7,1%, also am wenigsten an Sepsis starben.

Hinsichtlich der Todesfälle an Gasödem s. S. 258 ff.

\* \* \*

Nach allem müssen wir demnach sagen, daß die Oberschenkelschußfraktur nach den Schädel- und Bauchschüssen die gefährlichste Kriegsverletzung darstellt und in künftigen Kriegen von vornherein eine noch größere Beachtung verdient, als ihr im Weltkriege zunächst gezollt wurde.

Die häufig schlimmen Folgen bei der Heilung zusammen mit der großen Anzahl von Todesfällen haben bei allen am Weltkriege beteiligten Nationen zu

der Forderung geführt, daß Oberschenkelerschußfrakturen in Speziallazaretten behandelt werden müßten. Und viele Autoren führen dafür ihre günstigen Heilergebnisse an. Allein sie vergessen, daß gerade die schwersten infizierten Frakturen vorne bleiben mußten, da sie nicht transportiert werden konnten, und daß gerade der Weltkrieg gezeigt hat, daß für die Oberschenkelerschußfrakturen in den meisten Fällen zu verlangen ist, daß sie genau wie die Kopf-, Brust- und Bauchschüsse erst nach geraumer Zeit, etwa 14 Tagen, jedenfalls nicht vor 7 Tagen abtransportiert werden sollen. Dann allerdings ist die Forderung nach Spezialbehandlung durchaus zu befürworten. Denn gerade ihre Behandlung erfordert spezielle chirurgische Erfahrung, wie sie nicht jeder Chirurg hat. In Deutschland ist diesem Wunsche nicht so Rechnung getragen worden, wie es in England im letzten Jahre der Fall gewesen zu sein scheint.

#### Literatur \*).

- ANGERER, Oberschenkelerschußfrakturen. M. Med. W. 1915 (Feldärztl. Beil. 12).
- ADAMS, EDWARD, A year's observation in orthopaedic surgery. New York med. Journ. 1920 Bd. 111 Nr. 22.
- ALEXANDER, Zur Behandlung der Oberschenkelerschußfrakturen im Kriege. Berl. Klin. W. 1915 Nr. 32.
- ANSINN, Deform geheilte Oberschenkelerschußfrakturen einschließlich der primären Behandlung vom orthopädischen Standpunkte. Außerordentliche Tagung d. D. Orthopäd. Ges., Berlin 8./9. 2. 16.
- Zur Behandlung der Oberschenkelerschußfrakturen in den Streckverbandapparaten mit passiven Gelenkbewegungen. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 36.
- BARTH, Transportschiene für Oberschenkelbrüche. Zentralblatt f. Chir. 1914 Nr. 3.
- BECKER, Beitrag zur Behandlung von Ober- und Unterschenkelerschüssen. Berl. Klin. W. 1918 Nr. 46.
- BÖHLER, Einfacher Apparat für Bewegungen während der Behandlung der Oberschenkelerschußbrüche. Wien. Klin. W. 1917 Nr. 23.
- BAYER, Bewegungsbehandlung der Oberschenkelerschußfrakturen. Bruns Beitr. Bd. 107.
- BAIRD, STOCK. Journ. of the Michigan state med. soc. 1920 Bd. 19 Nr. 3.
- BORCHARD und SCHMIEDEN, Lehrbuch der Kriegschirurgie. Ambrosius Barth.
- BÖHLER, Behandlung der Oberschenkelerschußbrüche. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 34.
- BOWLBY, ANTHONY, Gunshot fracture of femur. Surgery, gynaecology and obstetric 1920 Bd. 30 Nr. 2.
- Results of fracture of the femur caused by gunshot wounds. A résumé of the methods employed at France in 1918. New York med. Journ. 1920 Bd. 111.
- An address on the application of war, methods to civil practice. Lancet 1920 Bd. 198.
- An address of gunshot fracture of the femur. Brit. med. Journ. 1920 Nr. 3079.
- BURKHARDT, Innere Verblutung in den Oberschenkel. Bruns Beitr. Bd. 97 H. 3, Kriegschir. H. 7.
- BÖHLER, Über Schlottergelenke im Knie nach Oberschenkelerschußbrüchen. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 39.
- BÄHR, Die Nachbehandlung der Oberschenkelbrüche. D. Med. W. 1919 Nr. 9.
- BIER, D. Med. W. 1915 u. Bruns Beitr. Bd. 96.
- BANETH-KAREWSKI, Berl. Klin. W. 1919 Nr. 19 S. 441.
- COLMERS, Über eine zweckmäßige Modifikation zur Lagerung von Oberschenkelbrüchen bei Nagel-extension. M. Med. W. 1917 Nr. 2.
- Das Aneurysma der Artoobturatoria infolge Schußverletzung u. seine Bedeutung. D. Zeitschr. f. Chir. 1917 Nr. 13 260.
- COTTE, Reflexions sur 75 pseudarthroses de guerre traitées par l'ostéosynthese ou la greffe osseuse. Lyon chir. Bd. 17 Nr. 2 S. 153—198 1920.
- CARL, Knochenfisteln nach Schußbrüchen und deren Behandlung. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 136 Nr. 311.
- Knochenfisteln nach Schußbrüchen. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 142 H. 5 u. 6.
- CRITE, GEORGE, Surgical researches during the world war. South med. journ. 1920 Bd. 13 Nr. 4.
- COENEN, Über den Gasbrand. Springer 1919.
- CRONE, Der Beckengipsverband bei Oberschenkelerschußbrüchen. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 28.
- DANZIGER, Zur Behandlung der Oberschenkelerschußfrakturen im Felde. M. Med. W. 1916 (Feldärztl. Beil. 13.)
- DRÜNER, Behandlung schwieriger Oberschenkelfrakturen in der Sitzlage. M. Med. W. 1915 S. 834.
- DANIELSEN, Zur Behandlung der Oberschenkelbrüche im Felde. M. Med. W. 1915 Nr. 12 u. 13 (Feldärztl. Beil.)
- ELSLSBERG, VON, M. med. Wochenschrift. Feldärztl. Beil. 14. 1916 Nr. 508.
- ELSNER, 12 Fälle von innerer Verblutung in den Oberschenkel. Inaug.-Diss. Breslau 1919.
- ERLACHER, Spätfolgen der Oberschenkelerschußfrakturen (Schlottergelenk im Knie). Bruns Beitr. Bd. 106 H. 4.

\* ) Abgeschlossen Oktober 1920.

- ERLACHER, Zur Entstehung von Schlottergelenken im Knie nach Oberschenkelbrüchen. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 9.
- ELS, Über Sequesterbildung bei infizierten Schußfrakturen, über Zeitpunkt und Methode ihrer Entfernung. Bruns Beitr. 34. Kriegschir. Heft.
- ERKES, Zur Bekämpfung der Nachblutung aus der Arteria glutea sup. bei den Schußverletzungen des Beckens. M. Med. W. 1916 Nr. 33 (Feldärztl. Beil.).
- FEDERMANN, Behandlung der Oberschenkelschußbrüche mit Rehscher Extensionszange. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 26.
- FISCHER, Bewegungszugschiene für Oberschenkel- und Oberarmfrakturen. M. Med. W. 1917 Nr. 28 (Feldärztl. Beil.).
- FRESSON und TOUPET, Traitement des fractures sucondyliennes par la broche de STEINMANN. Rev. de chir. 1918 Bd. 37 Nr. 9—12.
- FRANZ, CARL, Kriegschirurgie. Klinkhardt 1920.
- Über die Gasentzündung. Bruns Beitr. Bd. 106 H. 4.
  - Zur Dynamik der Geschosse. Bruns Beitr.
  - Die Kriegschirurgie im Weltkriege. Berl. Klin. W. 1919 Nr. 25.
  - Eine Transportschiene für Hüftgelenksverletzungen und Oberschenkelfrakturen. D. Med. W. 1914 Nr. 27.
  - Gelenkschüsse und Schußfrakturen der langen Röhrenknochen im südwestafrikanischen Feldzuge 1904/07. D. Med. W. 1911 Nr. 19.
  - Die militärischen und sozialen Folgen der Weichteilschußverletzungen des südwestafrikanischen Feldzuges 1904/07. Festgabe zum 4. 10. 13, dem 60. Geburtstage von Exzellenz Prof. v. SCHJERNING.
- FLEBBE, Drei neue Apparate. M. Med. W. 1916 Nr. 24 (Feldärztl. Beil. 22).
- FLORSCHÜTZ, Die Behandlung infizierter Oberschenkelbrüche. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100, Kriegschir. H. 18.
- FRISCH, O. v., und CARL v. FRISCH, Über die Behandlung deform geheilter Schußbrüche des Oberschenkels. Arch. f. klin. Chir. Bd. 109 H. 4.
- M. Med. W. 1915 S. 688, Sitzungsbericht.
- FROMME, Bruns Beitr. Bd. 105 Nr. 299, Fall 49.
- FLÖRCKEN, M. Med. W. 1916 S. 1209.
- FIASSI, L'inibizione segmentaria della arterie secondaria a ferite. Osp. maggiore Milano sed. B. 1920 Bd. 8 Nr. 4 S. 65—71.
- GOERGENS, Bekämpfung der Wundinfektion in der Kriegs- und Unfallschirurgie durch die operativ antiseptische Behandlung mit Ausschneidung und Vuzineinspritzung. D. Zeitschr. f. Chir. 1920 Nr. 130.
- GULECKE, DIETLEN, Kriegschirurgischer Röntgenatlas. Springer 1918.
- GRAF u. HILDEBRAND, Die Verwundungen durch die modernen Kriegswaffen, II. Teil. August Hirschwald 1907.
- GOCHT, Anleitung zur Anfertigung von Schienenverbänden. Ferdinand Enke, Stuttgart 1915.
- GROTH, Die Versorgung der Oberschenkelbrüche. D. militärärztl. Zeitschr. 1915 H. 9 u. 10.
- GOLDAMMER, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 148 S. 571.
- GUNDERMANN, Bruns Beitr. Bd. 97 S. 177.
- GULECKE, Zbl. f. Chir. 1916 S. 660.
- GLAS, Bruns Beitr. Bd. 117 S. 208.
- GOLLIE, The union of septic compound fractures. Canadian med. assoc. journ. 1920 Bd. 10 S. 407.
- HAAS, Oberschenkelschußfrakturen. M. Med. W. 1914 (Feldärztl. Beil. 50).
- HASS, Zur Behandlung der Schußfrakturen des Oberschenkels. Wien. Klin. W. 1914 Nr. 49.
- HABERER, v., Arch. f. klin. Chir. Nr. 107 u. 108.
- HANDL, Zur Behandlung der Oberschenkelschußbrüche. M. Med. W. 1915 Nr. 19 (Feldärztl. Beil. 19).
- HANS, Eine einfache Handtuchschlinge als Zugverband bei Oberschenkelbrüchen. M. Med. W. 1918 Nr. 5.
- HOFMANN, Über vereinfachtes Extensionsverfahren der Oberschenkelbrüche und Oberschenkelschußbrüche. M. Med. W. 1918 Nr. 43.
- Zur Diagnose und Behandlung der chronischen Knocheneiterung nach Schußfrakturen. D. Med. W. 1917 Nr. 10.
- HOFSTÄTTER, Erfahrungen an doppelseitigen Oberschenkelfrakturen. Langenbecks Arch. Bd. 112 Heft 1.
- HOHMANN, Deform geheilte Oberschenkelfrakturen einschl. der primären Behandlung vom orthopädischen Standpunkte. Außerordentl. Tagung d. D. Orthopäd. Ges., Berlin 8./9. 2. 16.
- Nagelung des Schenkelhalses. M. Med. W. 1916 (Feldärztl. Beil. 5).
- HOLLAND, THIRSTAN, An address on war lessons for radiology. Brit. med. journ. 1920 Nr. 3089.
- HEDDAEUS, Zur Behandlung der Oberschenkelschußbrüche. M. Med. W. 1915 (Feldärztl. Beil.).
- HOTZ, Bruns Beitr. Bd. 97 S. 177.
- JÜNGLING, Zur Versorgung der Oberschenkelschußfrakturen. M. Med. W. 1915 (Feldärztl. Beil. 12 u. 13.)
- JONES, The treatment of fractures of the femur from an orthopaedic point of view. Journ. of orthop. surgery 1920 Bd. 2 Nr. 1.
- KUMMER, Über ein neues Modell einer zusammenklappbaren Braunschen Schiene. M. Med. W. 1918 Nr. 48.



- KÜTTNER, Eigenartiges Phänomen bei geheilter Schußfraktur des Oberschenkels. M. Med. W. 1916 (Feldärztl. Beil. 13).
- Berl. Klin. W. 1916 S. 101.
- und BARUCH, Bruns Beitr. Bd. 120 H. 1.
- KOHLHARDT, Über Schußbrüche der langen Röhrenknochen und ihre Behandlung. Bruns Beitr. Bd. 112 H. 5.
- KÖHLER, H., Zur Frage der Oberschenkelfrakturschienen. D. Med. W. 1919 Nr. 6 S. 157.
- KRITZLER, Erste Hilfsschiene zur Versorgung von Oberschenkelerschüssen und -verletzungen auf den Gefechtsverbandsplätzen an Bord und Land. Med. Klin. 1918 Nr. 10.
- KOLECZAR, Neuer portativer Extensionsapparat zur Behandlung von frischen und veralteten Oberschenkelfrakturen. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 146 H. 5 u. 6.
- KORALECK, Extensionsapparat zur Behandlung von komplizierten und nicht komplizierten Oberschenkelfrakturen. M. Med. W. 1918.
- KRISCH, Zur Operation der Glutaealaneyrismen. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 144 H. 1 u. 2.
- LOEFFLER, Eine neue, die Außenrotation des Beines ermöglichende Lagerungsschiene für die Behandlung hoher Oberschenkelfrakturen. M. Med. W. 1918 Nr. 48.
- LEHR, Zuggipsverbände mit Cramerschiene als Extensionsmittel. M. Med. W. 1917 Nr. 18 (Feldärztl. Beil.).
- LEDERGERBER und ZOLLINGER, Kriegschirurgische Erfahrungen bei der Behandlung der Oberschenkelerschußfrakturen. Korrespondenzblatt f. Schweizer Ärzte 1917 Nr. 1—3.
- LEHMANN, Transportabler Extensionsgipsverband für Schußfrakturen. M. Med. W. 1917 Nr. 9 (Feldärztl. Beil.).
- LENZ, Zur Behandlung der Kriegsbrüche des Oberschenkels. M. Med. W. 1915 Nr. 12 u. 13. (Feldärztl. Beil.).
- LINNARTZ, Zur Frage der Oberschenkelbruchbehandlung. Bruns Beitr. Bd. 105 H. 3, Kriegschir. Heft 32.
- LACOSTE et FERRIER, Un cas de stupeur artérielle. Soc. de chir., 23. 7. 18.
- MÖRY, Oberschenkelbrüche. Bruns Beitr. Nr. 108.
- MOLINEUS, Zur Stumpffrage. D. Zeitschr. f. Chir. 1920 Bd. 153.
- MARTIN, Endresults in 242 cases of simple fracture of the femur shaft. Surgery, gynaecology and obstetr. 1915 Bd. 21 Nr. 6.
- MEYER, HERMANN, Die Behandlung der Oberschenkelfrakturen. Bruns Beitr. Bd. 114 H. 2.
- MUTSCHENBACHER, v., Bruns Beitr. Bd. 105 S. 324.
- MOMMSEN, Muskelzugfrakturen des Oberschenkelknochens bei Schußverletzungen desselben. M. Med. W. 1917 Nr. 35 (Feldärztl. Beilage).
- MÜNNICH, Neue Formen von Schienenverbänden. D. Med. W. 1918 Nr. 1.
- MARWEDEL, Über die Infektionen von Schußwunden. Bruns Beitr. Bd. 113 H. 4 u. 5.
- MILKO, Schußfrakturen der Extremitätenknochen. Beitr. z. Kriegsheilkunde. Erstes Jahrbuch des Kriegsspitals der Ungarischen Geldinstitute in Budapest 1914/16. Springer 1917.
- MARTIN, Spiralfeder-Nagelextensionsgipsverband bei Oberschenkelfrakturen. D. Med. W. 1917 Nr. 30 S. 946.
- MÖHRING, Zbl. f. Chir. 1918 S. 288.
- MÜHLHAUS, Zur Frage der Entstehung und Verhütung von Schlottergelenksbildungen des Kniegelenks nach Oberschenkelfrakturen. M. Med. W. 1917 Nr. 15 (Feldärztl. Beil.).
- Ueber Schlottergelenke im Knie nach Oberschenkelerschüssen. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 9 S. 137.
- MEYER, Über einen Fall von Beckenbruch mit isolierter Zerreißung der Vena iliaca. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 138 H. 3 u. 4.
- MEISSNER, Über Beckenschüsse. Bruns Beitr. Bd. 108 H. 3.
- METZ, Streckbett für Oberschenkelbrüche. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 45.
- MENDELSON, Zur Technik des Gipsverbandes bei Oberschenkelerschußfrakturen. M. Med. W. 1915 Nr. 8 (Feldärztl. Beil.).
- OTT, Behandlung von Oberschenkelerschußfrakturen mit Nagelextension. M. Med. W. 1916 (Feldärztl. Beil. 29).
- OWEN, Observations on compound fractures, including a sendy of one hundred and eighteen treated by bone graft. Mil. surgery 1920 Bd. 47 Nr. 1.
- ORR, THOMAS, Bone changes in war amputation stumps. Surgery, gynaecology and abstitr. 1920 Bd. 50 Nr. 2.
- PLAGEMANN, Behandlung der hohen Oberschenkelerschußfrakturen mit direkter Extension des zentralen Fragmentes (Trochanterennagel) in der Gipsbrückenlade. M. Med. W. 1918 Nr. 47.
- PERTHES, Behandlung der Schußfrakturen. Bruns Beitr. Bd. 98.
- PERKINS, WINFRIED, Observations after severe genishot fractures of the longbones. Med. rec. 1920 Bd. 97 Nr. 15.
- RAMMSTEDT, Zur Schienung der Oberschenkelerschußbrüche mit einer zerlegten Volkmannschen T-Schiene. M. Med. W. 1916 Nr. 22.
- RANZI, Arch. f. klin. Chir. Bd. 110 S. 84.
- REH, Braunsche Schiene im Feld. M. Med. W. 1918 Nr. 48.
- REMEDJ, VITTORIO, Resoconto dei feriti de gueres aouti in cura nella clinica chirurgica da secica. Georici di med. mil. 1920 Bd. 68 H. 1.

- RITTER, Die Amputationen und Exartikulationen im Kriege. *Ergebn. d. Chir. u. Orth.* 1920 Bd. 12 S. 1—130.
- Fraktionierter Gipsverband bei Schußfrakturen des Oberschenkels und Oberschenkelhalses. *M. Med. W.* 1914 Nr. 48 (Feldärztl. Beil.).
- ROMMEL, Lagerungsschiene für Oberschenkelerschüsse. *M. Med. W.* (Feldärztl. Beil. 48).
- ROSCHKE, Zur Behandlung der Oberschenkelerschüsse. *Berl. Klin. W.* 1915 Nr. 52 (Feldärztl. Beil.).
- ROST, *Med. Klin.* 1917 Nr. 19 S. 525.
- RUSCA und ENGELCH, Behandlung der Oberschenkelerschüsse mit Nagelexension. *Bruns Beitr. Bd.* 106 H. 4.
- RYDYGIER, Über die Behandlung der Schußwunden des Oberschenkels. *Przegl. Lek.* 1916 Nr. 5.
- SAAR, Ärztliche Behelfstechnik. Julius Springer 1918.
- Sanitätsbericht der deutschen Heere 1870/71 Bd. III A.
- SCHPELMANN, Über die operative Verlängerung stark verkürzter Gliedmaßen. *Bruns Beitr. Bd.* 109 Heft 4.
- SCHJERNING, THÖLE, VOSS, Die Schußverletzungen im Röntgenbilde, 2. Aufl. von FRANZ und OERTEL, 1913.
- SCHLAAF, Behandlung der Oberschenkelfrakturen im Sitzbett. *Bruns Beitr. Bd.* 107.
- SCHLÖSSMANN, Über Transportverbände bei Schußfrakturen. *M. Med. W.* 1915 Nr. 2 (Feldärztl. Beil.).
- SCHULTZE (Duisburg), Vereinigung niederrheinisch-westfälischer Chirurgen, 25. 3. 16. *Zbl. f. Chir.* 1916 Nr. 22.
- Die Behandlung der Oberschenkelfraktur durch Umwandlung der Dislokation, und zwar der Dislocatio ad longitudinem in eine Dislocatio ad axin. *Zbl. f. Chir.* 1916.
- SCHMIEDEN, *M. Med. W.* 1916 (Feldärztl. Beil. 11).
- SHAW, The application of military surgery to civil practice. *Australia med. Journ.* 1920 Bd. 1 Nr. 5 S. 49.
- SOLMS, Zur Frühextension von Oberschenkelerschüssen. *Med. Klin.* 1918 Nr. 43.
- STEVENS, Splint of the treatment and transport of cases of fractures of the femur. *Ann. of surgery* 1918, April.
- STROMEYER, Zur Operation der Glutaealaneyrismen. *D. Zeitschr. f. Chir.* Bd. 145 H. 3 u. 4.
- Über Schlottergelenke mit besonderer Berücksichtigung der Schlottergelenke des Kniegelenkes nach Oberschenkelerschüssen. *Bruns Beitr. Bd.* 112 H. 5.
- STUBENRAUCH, Die Versorgung der Oberschenkelerschüsse im Kriege. *M. Med. W.* 1916 (Feldärztl. Beil. 14).
- THÖLE, Abänderung der Braunschen Beinschiene für den Feldgebrauch. *M. Med. W.* 1918 Nr. 48.
- Nochmals zur Behandlung vereiterter Schußbrüche des Oberschenkels. *M. Med. W.* 1918 Nr. 47.
- Behandlung der Schußbrüche im Felde. *Beitr. z. klin. Chir., Kriegschir.* Heft 18.
- TAPPEINER, v., Die Knochenfistel nach Schußverletzung und ihre Behandlung. *Ergebn. d. Chir. u. Orth.* 1920 Bd. 12 S. 369—420.
- TURNER, PHILIP, Notes of a series of 103 cases of compound (gunshot) fractures of the femur treated at a general hospital in France. *Lancet* 1920 Bd. 198 Nr. 9.
- VIANNEY, La stupeur artérielle. *Soc. de chir.*, 23. 7. 18 und La stupeur artérielle traumatique, *Presse méd.*, 27. 2. 19.
- WILSON, ETHERINGTON, The fractured femur. *St. Bartholomeus hospital Journ.* 1920 Bd. 27 Nr. 7.
- Treatment of malunion in fracture of the femur. *Lancet* 1920 Bd. 198 Nr. 3.
- WILLARD, FOREST, Treatment of non-union in compound fractures. *Ann. of surgery* 1920 Bd. 71.
- WITZENHAUSEN, Zur Behandlung der Oberschenkelfrakturen. *D. Med. W.* 1915 Nr. 20 S. 589.
- WEISSGERBER, Warum nehmen gewisse Weichteilschußverletzungen des Oberschenkels in bezug auf Geschoßwirkung, Diagnose und Prognose eine Sonderstellung ein? *Med. Klin.* 1916 Nr. 25.
- WALZEL, PETER v., Die Expektativextension der Oberschenkelerschüsse und der Klammer unter besonderer Berücksichtigung d. Amputationsindikation. *Arch. f. klin. Chir.* Bd. 110 H. 3 u. 4.
- WIETING, *M. Med. W.* 1918 Nr. 41.
- WODARZ, Behelfsmäßiger Extensionsapparat für Oberschenkelbrüche. *M. Med. W.* 1917 Nr. 18.
- WALLENBERG, Observations on the treatment of compound and compound comminuted fractures. *Military surgery* 1920 Bd. 46 Nr. 4.
- WEIL, Transportverbände bei Oberschenkelfrakturen. *M. Med. W.* 1916 (Feldärztl. Beil. 48).
- ZUCKERKANDL, Die Schußfrakturen des Oberschenkels. *Wien. Med. W.* 1916 Nr. 1.
- ZUCCARI, La riunione primitiva e secondaria nelle ferite de guerra. *ital.* 1920 Bd. 1 Nr. 4.

#### 4. Die Schußverletzungen des Unterschenkels und Fußes\*).

Von Prof. Dr. MAX MARTENS in Berlin.

Generaloberarzt der Landwehr a. D., chir. Chefarzt des Krankenhauses Bethanien.

Im Kriege beratender Chirurg.

Mit 75 zum Teil farbigen Abbildungen im Text.

Eine zuverlässige Statistik über die Zahl und Prognose, die Häufigkeit der verschiedenen Geschoßarten bei den Schußverletzungen des Unterschenkels und Fußes im großen Kriege zu geben, ist bisher nicht möglich. Die Durchsicht von etwa 3800 einschlägigen Krankengeschichten aus dem Kriegsministerium (mit freundlicher Hilfe von Dr. KUNDMÜLLER) ergibt zwar viele wichtige Einzelheiten, aber da sie z. T. aus Front-, z. T. aus Etappen- und z. T. aus Heimatlazaretten stammen, keine absolut gültigen Zahlen. Nur sei angeführt, daß auf 3127 Fälle von Weichteilverletzungen des Unterschenkels 673mal Knochenverletzungen kommen, von ihnen 638 durch Kriegshandlungen, davon 44 mit Amputation, 12 mit letalem Ausgang. Patienten von Hauptverbandplätzen und Sanitätskompagnien befinden sich nicht in diesen Zahlen.

Nach GRAF<sup>1)</sup> kamen auf 100 in Behandlung gelangte

	Verwundungen des Unterschenkels	davon starben (auf 100)
im Deutsch-Französischen Kriege 1870/71 . . . . .	13,5	8,2
im Kriege der Amerikaner auf Kuba und den Philippinen . . . .	11,1	1,5

Von 100 Verwundungen des Unterschenkels waren

	Weichteil- wunden	davon starben (auf 100)	Knochen- wunden	davon starben (auf 100)
im Deutsch-Französischen Kriege . . . . .	74,7	2,3	25,3	25,8
im Kriege der Amerikaner auf Kuba und den Philippinen . . . . .	77,7	0,8	22,3	4,0

Aus den letzten Kriegen liegen wohl Angaben über die Häufigkeit der Schußverletzungen der verschiedenen Körperteile aus einzelnen Lazaretten vor, doch entsprechen sie nicht den wirklichen Verhältnissen wegen des verschiedenartigen Abtransportes Leichtverwundeter, Gehfähiger usw.

Auch die Häufigkeit der verschiedenen Geschoßarten wechselt. Im Vergleich zu früheren Kriegen sind die Verwundungen auch des Unterschenkels und Fußes durch Gewehrsgeschosse erheblich an Häufigkeit zurückgegangen gegenüber denen durch Artilleriegeschosse, besonders Granatsplitter, und ebenso im letzten Kriege selber, je nachdem, ob es sich um Bewegungs- oder Stellungskrieg handelte. Während 1870/71 noch fast 90% der Verwundungen durch Infanteriefeuer zustande kamen, bei den Engländern im Burenkriege sogar 95%, berichten PETERMANN und HANKEN<sup>2)</sup> zu Beginn des jetzigen Krieges über 44% Gewehrkugelverletzungen, 55% Artillerieverletzungen der Extremitäten, SEIDEL<sup>3)</sup> über 20,87% Schüsse durch Infanterie-

\*) Die Mehrzahl der Abbildungen (Zeichnungen von Herrn LEHMANN, Photographien von FrI. BOCK) sind nach Präparaten der Kaiser-Wilhelms-Akademie angefertigt, für deren Überlassung ich Herrn Oberstabsarzt Privatdozent Dr. KOCH und KLEBERGER zu großem Dank verpflichtet bin, ebenso wie Herrn Oberregierungsrat Medizinalrat STRAUSS für viele Röntgenbilder aus der Sammlung der Akademie, Herrn Geheimrat BRAUN-Zwickau für Abb. Nr. 180 u. 182, Herrn Professor HACKENBRUCH-Wiesbaden für Abb. Nr. 190—194.



geschoß, 76,69% durch Artillerie- oder sonstiges Explosivgeschoß (Minen, Handgranaten, Gewehrgranaten, Fliegerbomben), 2,43% durch unbekanntes Geschoß. In manchen

Phasen des Stellungskrieges auf der Westfront sah man fast ausschließlich Verwundungen durch Artillerie- und sonstige Explosivgeschosse. Nicht vergessen werden dürfen die sekundären Schußverletzungen durch Erde, Gestein und Holzsplitter, erstere besonders häufig im Gebirge (Karst, Mazedonien), letztere in Wäldern.

Verhältnismäßig selten sind Verletzungen durch Leuchtpistolen, meist infolge unvorsichtigen Hantierens oder durch Unglücksfälle (auch durch Selbstmordversuche, dann aber wohl nicht am Unterschenkel) mit der eigenen Leuchtpistole oder durch Phosphorgeschosse<sup>4</sup>).

Die **Hautschußverletzungen** des Unterschenkels bieten einige Besonderheiten gegenüber denen an anderen Körperstellen. Abgesehen von den gewöhnlichen Streif-, Rinnen-, Haarseilschüssen (von KÜTTNER<sup>5</sup> im Burenkriege sogar zwischen Haut und Tibia beobachtet) sieht man Schüsse sogar durch Infanteriegeschoß, bei denen die Haut geplatzt zu seinscheint, besonders über dem Schienbein. Die Wundränder sind mortifiziert, teils durch Quetschung, teils wohl durch Verbrennung (vgl. Abb. 139). Bei multiplen Granat- und Handgranatverletzungen kann das Glied über und über von kleineren und größeren Splittern zerlöchert sein (vgl. Abb. 139). Sehr harmlos erscheinen dagegen die glatten Durchschüsse mit kleinem Ein-, etwas größerem Ausschuß (s. Abb. 140), ebenso im Vergleich zu sekundären Schußverletzungen der Haut durch Erde und Steine, wie in ausgezeichneter Weise Abb. 141 zeigt.

Schon bei Gewehrschüssen, noch mehr bei Granatverletzungen können die Ausschußöffnungen der Haut — namentlich wenn nicht nur die Muskulatur, und besonders in kontrahiertem Zustand, sondern auch Knochen verletzt wurden — außerordentliche



Abb. 139. Multiple frische Granatverletzung.

Dimensionen annehmen (vgl. z. B. Abb. 202). Dabei kann die Haut in weiter Ausdehnung von ihrer Unterlage abgelöst sein. Namentlich bei Granatexplosionen wird unter

Umständen die Haut fast zirkulär auf weite Strecken abgerissen, ohne daß Knochen, große Gefäße, Nerven, ja auch größere Partien der Muskulatur verletzt werden.

Verletzungen beider Extremitäten durch dasselbe Gewehrprojektil beschreibt FRIEDRICH<sup>6)</sup> mit „kegelförmiger Gewebszerstörung, wobei die Spitze des Kegels der erste Einschuß, die Basis der zweite Ausschuß ist“.

Treten die Schußverletzungen der Haut naturgemäß offensichtlicher in Erscheinung, so haben die der **Faszien, Muskeln** und **Sehnen** zunächst zu irrtümlichen Annahmen über Größe und Ausdehnung geführt. Aber schon die Friedensschießversuche, die Erfahrungen der letzten Kriege, besonders aber die vielfachen Autopsien bei Operationen und Sektionen haben gelehrt, wieviel größer die Zerstörungen im Gliede sind, als man bei kleinem Ein- und Ausschuß anzunehmen geneigt war — auch ohne gleichzeitige Knochenverletzung. Je stärker gespannt die Weichteile im Moment der Verletzung, desto größer die Explosionswirkung. Gewiß kommen glatte Durchschüsse oder bei Steckschüssen glatte Schußkanaltunnel vor, wie man namentlich bei der operativen Entfernung der Steckgeschosse beobachten kann: kleine Schlitzte in der Faszie, die einen guten Wegweiser bei der Verfolgung des Schußkanals bieten, enge Gänge in der Muskulatur, fast ganz ohne Blutaustritt. Andererseits findet man große, mit Blut angefüllte Höhlen in der zerrissenen, auseinander gewichenen Muskulatur, Faszien und Sehnen weithin zerfetzt.

Besonders wenn größere Blutgefäße zerrissen sind und bei kleinem Ein- und Ausschuß keine oder keine größere Blutung nach außen erfolgt, bilden sich meist schnell große, pralle, sehr schmerzhaftes Hämatome. Sie sind typisch bei Wadenschüssen, in der Regel mit Verletzung der Art. tibialis postica oder peronea. Eine meiner ersten Operationen an dem ersten Gefechtstag dieses Krieges betraf einen derartigen Wadenschuß.

Durchschuß (Infanterieverletzung) der Wade mit kleinem Ein- und Ausschuß. Einlieferung mit abschnürendem Notverband. Nachdem die Wundumgebung rasiert und jodiert und ein neuer Verband angelegt worden war, trat noch im Verbandszimmer eine starke arterielle Blutung aus der medialen Wunde ein. Sofortige Unterbindung der durchschossenen Art. tib. postica.

Im Balkankriege 1912/13 fiel die Eigenart und Häufigkeit der Wadenschüsse auf, GOLDAMMER<sup>7)</sup> hatte unter 225 Weichteilverletzungen nicht weniger als 53 Querschüsse durch die Wadenmuskulatur. In einem Hospital gelangten 40 Wadenschüsse an einem Tage zur Aufnahme. In dem dritten Militärhospital waren zwei große Säle nur mit Wadenschüssen belegt (OTTO<sup>8)</sup>). COENEN<sup>9)</sup> bildet einen derartigen Durchschuß ab, bei dem die Art. peronea verletzt war und zwei Wochen die Diagnose zwischen tiefem Muskelabszeß und Hämatom schwankte, und in einem zweiten Bilde die bei der Inzision von selbst austretenden dicken Blutgerinnsel.

Typisch ist die oft pralle, hochgradige Schwellung der Wade, die mit großer Schmerzhaftigkeit verbunden ist und schnell zur Spitzfußstellung führt (vgl. auch SENGER<sup>10)</sup>). Auch ohne daß der Nervus tibialis mitverletzt ist, klagen die Patienten über heftige, ausstrahlende Schmerzen und Parästhesien bis zur Fußsohle und in die Zehen, die lange Zeit andauern können. In ausgezeichneter Weise werden die pathologisch-anatomischen Verhältnisse wiedergegeben durch zwei Präparate aus der Kaiser-Wilhelms-Akademie (Abb. 142 u. 143).

Man sieht die großen mit Blutgerinnseln angefüllten Höhlen in der zerrissenen und auseinander gedrängten Muskulatur, in Abb. 143 das proximale Ende der ab-



Abb. 140.

Schußkanal der Wade.  
Kleiner Einschuß, größerer  
Ausschuß mit zackigem Schuß-  
kanal zwischen den Muskeln  
(12 Tage alt).



geschossenen Arteria tibialis postica in die Höhle hineinragen. Sehr wichtig ist dies Präparat auch deswegen, weil es zeigt, wie die peripheren Gefäße durch den großen Bluterguß komprimiert werden und die peripheren Venen thrombosiert sind.

Durch die so erzeugte Beschränkung der Blutzufuhr und Behinderung des venösen Blutabflusses kann es sogar zur Gangrän kommen, wie ich es beobachten konnte beim sukbutanen Bruch des Wadenbeines mit Anspießung der Vena peronea (vgl. auch REHN<sup>11</sup>).

Viel größer freilich ist die Gefahr, daß eine Gasphlegmone (bzw. Gasgangrän) entsteht. Durch Ausfall der Ernährung im Gebiete der verletzten Tibialis antica oder postica oder der Peronea können zunächst die betreffenden Muskelpartien namentlich bei Granatverletzungen schnell der Gasinfektion anheimfallen, die sich ohne chirurgischen Eingriff schnell weiter ausbreitet (vgl. Abb. 144).

Wenn das nicht der Fall ist, treten leicht andere Eiterungen ein. Gerade die unteren Extremitäten sind naturgemäß besonders dem Schmutz und Staub ausgesetzt und namentlich auch die sie bekleidenden Stoffe (Strümpfe, Unterhosen, Hosen, Stiefel, Wickelgamaschen). Die zeretzten Muskeln und großen Blutgerinnsel bieten den besten Nährboden für die Eitererreger. Hinzu kommt die behinderte Blutzirkulation namentlich durch unzureichend angelegte Notverbände, ungenügende Hochlagerung und mangelnde Ruhe. So bilden sich namentlich bei konservativ behandelten Steckschüssen große Abszesse, schnell in den Muskelinterstitien fortschreitende Phlegmonen, oft mit hochgradiger Zerstörung der Muskulatur.

Sieht man von den Verletzungen der Arteria und Vena poplitea ab, so können aus den **Gefäßen des Unterschenkels** zwar auch erhebliche Blutungen nach außen erfolgen und namentlich auch Nachblutungen im Verlaufe von eiternden Wunden, Verblutungen sind selten, da die Blutung nicht so rapid verläuft, als daß nicht die verhältnismäßig einfache Hilfe rechtzeitig erfolgte.

Am Unterschenkel und Fuß beobachtete man am häufigsten bei Schußverletzungen Gangrän. Sind alle drei Arterien — Tibialis antica und postica und peronea — verletzt, ist sie natürlich unausbleiblich; aber auch

Abb. 141. Multiple Hautverletzungen durch Erd- und Steinmassen.  
3 Tage alt. Tod an Gasbrand.

bei Durchschießung von zwei Arterien ist sie die Regel, außer wenn die Tibialis postica erhalten ist und Infektion ausbleibt (vgl. FRANZ, Kriegschirurgie).

**Lymphgefäßverletzungen** treten meist nicht besonders in Erscheinung, am bekanntesten sind wohl Lymphergüsse bei Kontusionen der Haut, dem „Décollement





traumatique de la peau et des couches sousjacentes“ von MORELL-LAVALLÉE (KÖHLER).

VON ÖTTINGEN (Leitfaden der praktischen Kriegschirurgie) beschreibt eine Lymphfistel als seltene Komplikation eines schlecht heilenden Weichteilschusses der Innenseite des Unterschenkels mit Absonderung von mehr als 1 l klarer Flüssigkeit täglich. Die Heilung erfolgte unter lange liegendem Kompressionsverband.



Abb. 142. Schuß durch den Unterschenkel. Splitterbruch des Schienbeines.  
Große Weichteilausschußhöhle bei kleinem Einschuß.

Ebenso wie die Gefäße werden naturgemäß die **Nerven** des Unterschenkels oft mitverletzt. Der Peroneus ist bei seinem Verlaufe hinter dem Fibulaköpfchen besonders häufig entweder der direkten Geschoßwirkung ausgesetzt oder der sekundären Verletzung durch Splitter der zerschossenen Fibula.

Da Gefäß- und Nervenverletzungen in besonderen Kapiteln behandelt werden, sei auf diese verwiesen.

Außer den Durchschüssen mit mehr oder minder großem Ein- und Ausschuß und Steckschüssen mit relativ großen Zerstörungen der Weichteile kommen der brutalen Wirkung namentlich der Explosionsgeschosse entsprechende Verletzungen der Weich-

teile vor, so werden ganze Stücke, z. B. der Wade, einfach herausgerissen mit weitgehender Zerstörung der Haut, Muskeln, Sehnen, Nerven und Gefäße.

Bei den Verletzungen durch Leuchtpistolen und Phosphorgeschosse steht die Verbrennung im Vordergrund, die meist sehr schwer, dritten oder vierten Grades ist. „Die große Wundhöhle ist völlig trocken, die Muskulatur von schwarzbraunem Aussehen“ (HAAS<sup>12</sup>). Die Verkohlungen wirken unter Umständen weit in die Tiefe.



Abb. 143. Aneurysma (intramusk. Hämatom) der Art. tibialis postica bei querer Abreißung der Arterie. Kompression der peripheren Gefäße durch das interosseal entwickelte Aneurysma. Thrombose der peripheren Venen. Verletzung 10 Tage alt.

### Schußverletzungen der **Knochen** des Unterschenkels.

Nach GRAF (a. a. O.) wurden die Knochen des Unterschenkels häufiger als die anderen langen Röhrenknochen im Kriege verwundet:

	Auf 100 in Behandlung gelangte Verwundungen kamen Verwundungen der Unterschenkelknochen	Auf 100 Verwundungen langer Röhrenknochen kamen Verwundungen der Unterschenkelknochen
im Amerikanischen Rebellionskriege . .	3,7	31,2
im Deutsch-Französischen Kriege . . .	3,4	35,8
im Kriege der Amerikaner auf Kuba und den Philippinen . . . . .	2,5	31,3

Nach PERTHES<sup>13)</sup>, welcher eine große Statistik von 1049 Fällen aus dem Heimatgebiet (Tübingen und Stuttgart) beobachtet hat, ist der Oberarm mit 194 Fällen am



Abb. 144. Durchschuß durch den linken Unterschenkel. Pyogene Membran am oberen Saum des Schußkanals mit angrenzender normaler Muskulatur. An der hinteren Begrenzung des Schußkanals Fehlen der pyogenen Membran. Ausgedehnter Gasbrand der abwärts angrenzenden Muskelmassen. An den Scheiden der Hüftnerven aufsteigende Mischphlegmone.



Abb. 145. Zertrümmerung des Schienbeines mit ausgedehnter Freilegung der Markhöhle.

Keine fortgeleitete Knochenmarkentzündung.

häufigsten betroffen, dann folgt der Oberschenkel (165), der Unterschenkel (140), die Hand (125), der Vorderarm (123) und der Fuß mit 54 Fällen. Wieweit hierbei Zufälligkeiten (Transportfähigkeit usw.) in Frage kommen, ist nicht zu übersehen.





Abb. 146. Ältere Schußwunde  
des rechten Schienbeines.  
Eitrige Osteomyelitis.



Abb. 147. Geheilte  
Schußfraktur des  
linken Unterschenkels.

Das Verhältnis der Schußfrakturen zu den Weichteilverwundungen wechselt und ist — da Gesamtzahlen nicht vorliegen — naturgemäß auch von Zufälligkeiten abhängig.

COENEN hatte im Balkankriege bei Extremitätenschüssen überhaupt in 30% Knochen- schüsse, EXNER<sup>14)</sup> und HEYROWSKY in 36,35% Knochen- und Gelenkverletzungen, GOLDAMMER bei der unteren Extremität 34,8% Knochenverletzungen, v. SAAR nur 16,2%, SEIDEL im letzten Kriege 22,83%, eine Zahl, die sich noch erniedrigen würde bei Berücksichtigung der sofort rückwärts transportierten leichten Weichteilverletzungen.

Je nach der Geschoßrichtung kann die Tibia oder Fibula allein oder beide zusammen getroffen sein oder die Fibula kann nach Schußbruch der Tibia sekundär durch Belastung gebrochen sein.

Die Verletzungen der Unterschenkelknochen durch die modernen Geschosse sind uns durch die Schießversuche<sup>15)</sup> und aus den letzten Kriegen schon bekannt gewesen, namentlich die durch Infanteriegeschosse. Die Massenhaftigkeit der groben Artilleriegeschos- und der Fliegerbombenverletzungen haben uns freilich noch besonders furchtbare Zertrümmerungen kennen gelehrt.

Ganze Abrisse eines oder sogar beider Unterschenkel in jeder Höhe sind nicht selten beobachtet worden.

Lochschnisse kommen naturgemäß eher in den Epiphysen vor, ebenso Tunnel- (evtl. Steck-) Schnisse in Längsrichtung der Knochen (vgl. Abb. 196 u. 197), während die Diaphyse mehr zur Splitterung neigt. BALLNER konnte nur einmal einen einwandfreien Lochschuß der Tibiadiaphyse feststellen, ebenso STEINMANN, JULLIARD, SEIDEL mehrmals durch linsen- bis erbsengroße Granatsplitter. Ebenso wurden Rinnen-, Quer- und Schrägschnisse gesehen; die Splitterungen und Fissuren zeigen die mannigfaltigsten Formen. Bekannt sind die sog. Schmetterlingsfiguren. Die gleichzeitigen Weichteilwunden — namentlich meist der Ausschuß — sind bei Knochenverletzungen in der Regel viel größer als ohne solche, vor allem wenn das Geschöß die Tibia von hinten nach vorne durchdringt.

Während bei Gewehrdurchschnissen trotz langer Fissuren die Kontinuität der Tibia erhalten sein kann, können grobe Granatsplitter ganze Stücke aus den Knochen herausreißen.

Sehr schön zeigen Abb. 142 und 145 frische Tibiaschußfrakturen, die Zertrümmerung und Splitterung des Knochens, Ablösung des Periosts, Verlagerung der Splitter und Durchblutung des Knochenmarks.

In der Abb. 146 sehen wir nach oben und unten fortgeschrittene Osteomyelitis nach einer älteren Schußverletzung und schließlich in Abb. 147 eine geheilte Schußfraktur nach über 8 Monaten.

Aus der Fülle der schönen Mazerationspräparate und der Menge der von mir gesammelten und in der Kaiser-Wilhelms-Akademie vorhandenen Röntgenbilder seien nur die wichtigsten Typen wiedergegeben.

Namentlich Granatsplitter und Schrapnellkugeln können als Steckschnisse besonders in der Tibia steckenbleiben, ohne eine Fraktur zu verursachen (s. Abb. 196).

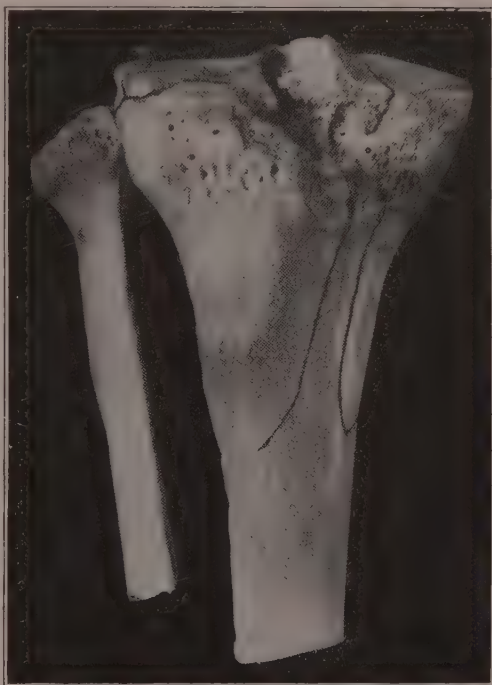


Abb. 148. Zersplitterung und Abschuß an der Gelenkfläche der rechten Tibia.

Besonders wichtig sind die Epiphysenschüsse mit größeren Defekten und Sprüngen ins Gelenk, das sofort mehr oder weniger mit Blut angefüllt wird. Bei größerem Weichteildefekt über der Knochenhöhle ist die Infektion auch des Gelenkes die Regel.

Ganz ungeheuerliche Verletzungen werden durch Fliegerbomben angerichtet. Einzelne Splitter verhalten sich ähnlich wie Granatsplitter; wird das Glied aber aus nächster Nähe von der Explosion betroffen, so resultieren Verletzungen, wie sie besser als alle Beschreibungen Abb. 168—170 wiedergeben.

Die Diagnose der Schußfrakturen ist meist nicht schwierig. Bei großen Weichteildefekten sieht man oft die zersplitterten Knochenenden in der Wunde. Die aufgehobene Funktion, der Schmerz, die widernatürliche Beweglichkeit und die Dislokation geben weitere Hinweise. Rinnen-, Loch- und Steckschußverletzungen, Kontusionen und Fissuren des Knochens sind nach der Schußrichtung, der Schwellung und Schmerzhaftigkeit wohl zu vermuten, werden — ebenso wie die Einzelheiten der Frakturen — natürlich am sichersten, besten und schmerzlosesten durch die Röntgenaufnahme (nicht Durchleuchtung) aufgeklärt, wenn möglich in zwei Ebenen. Besonders wichtig sind diese beiden Aufnahmen natürlich vor der Entfernung von Steckschüssen, wenn nicht andere Verfahren zur Bestimmung ihrer Lage angewendet werden können.



Abb. 149. Amputation wegen eiternder Gewehrerschußverletzung vor 5 Monaten.

#### Verlauf und Behandlung der Schußverletzungen des Unterschenkels.

Die Überzeugung, daß jede Schußverletzung infiziert ist, ist wohl allgemein durchgedrungen, aber ebenso weiß man, daß eine große Zahl trotz der Infektion bei richtigem Transport und zweckmäßigem Verhalten des Arztes und des Patienten aseptisch heilen kann. Das gilt vor allem von den Infanteriedurchschüssen mit kleinem Ein- und Ausschuß, selbst wenn Knochenverletzungen, ja größere Splitterungen, vorliegen.

Je größer die Hautwunden, desto größer die Infektionsgefahr. Bei Granatsplitterverletzungen ist praktisch auf einen aseptischen Verlauf — abgesehen von kleinsten Splintern — nicht zu rechnen.

In erster Linie ist gerade an den im Felde so leicht verschmutzten unteren Extremitäten die Tetanusinfektion zu befürchten. Sie ist durch frühzeitige und genügend oft wiederholte Immunisierung in Verbindung mit der primären Wundversorgung bis auf ganz vereinzelte Fälle vermeidbar.

Nicht weniger gefährlich und namentlich bei allen Granatsplitterverletzungen zu befürchten ist die schon erwähnte Infektion durch Gasbrandbazillen.

Erst in dritter Linie kommt die Infektion durch die Eitererreger, die ja auch in den Muskeltrümmern den besten Nährboden finden und sich in den langen Sehnencheiden und Muskelinterstitien schnell verbreiten, bei Knochenzertrümmerungen zu schwerer Osteomyelitis führen können. Sie sind besonders gefährlich bei den oben schon erwähnten Knochenverletzungen in der Nähe der Gelenke durch deren Mitbeteiligung.

Einige Zahlen mögen angeführt werden:

PAYR<sup>16)</sup> rechnet auf aseptischen Verlauf mit einiger Wahrscheinlichkeit nur bei den durch Infanteriegeschoss bedingten Frakturen, bei Schrapnellschußfrakturen in 70—80%, bei denen durch Granatsplitter fast durchwegs mit Wundinfektion (90



bis 95%). PETERMANN und HANKEN (a. a. O.) hatten (zu Beginn des Krieges) bei 213 Schußfrakturen nur bei 31% eitrige Sekretion, 14% wurden amputiert; bei 49 Granatschußbrüchen war der Wundverlauf 20mal ohne wesentliche Störungen, 16mal gestört und 13mal wurde amputiert.

PERTHES<sup>13)</sup> sah bei 772 Schußfrakturen der Heimatlazarette in Stuttgart bei Infanterieschüssen in 37,3%, bei Schrapnell- in 26% und bei Granatverletzungen nur in 8,7% aseptischen Verlauf, wobei natürlich die in den Frontlazaretten verstorbenen,



Abb. 150. Konturschuß der Tibia durch Granatsplitter mit Gasphegmone.

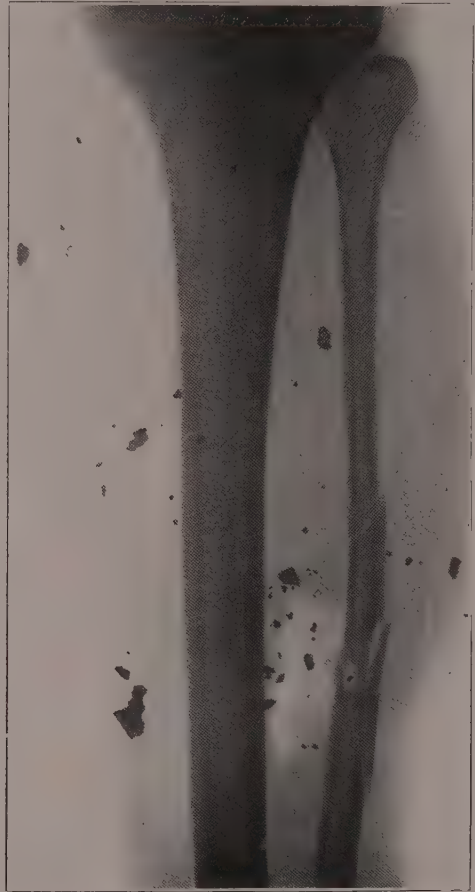


Abb. 151. Wadenbeinbruch durch Granatsplitter mit Gasphegmone.

doch wohl zumeist schwer infizierten Patienten nicht mitgerechnet worden sind und die Zahlen noch ungünstiger gestalten würden.

Meine eigenen Erfahrungen auf verschiedenen Kriegsschauplätzen sind zahlenmäßig nicht festzustellen wegen der vielfachen raschen Abtransporte: an Großkampftagen, z. B. in der Sommeschlacht, sind allein in einem Feldlazarett in 12 Stunden 450 Verwundete versorgt und von ihnen die leichteren gleich weitergeschickt worden. Aber im allgemeinen geht auch meine Erfahrung, wie schon erwähnt, dahin: gleichgültig ob aus den herbstlichen nassen flandrischen Schützengräben, der sandig-kalkigen Champagne, von dem schwarzen Boden der Dobrudscha, welcher dem Schwarzen Meer den Namen gegeben, oder von den sonnendurchglühten mazedonischen Gebirgen die Verwundungen zugehen, nur diejenigen mit kleinem Ein- und Ausschuß, vorwiegend

die durch Infanteriegeschosse verursachten, lassen mit einiger Wahrscheinlichkeit einen aseptischen Verlauf erhoffen, die übrigen, namentlich die durch Granatsplitter erzeugten, verlaufen — zumal konservativ behandelt — so gut wie ausnahmslos mit mehr oder weniger schwerer Infektion.

Sind diese Beobachtungen richtig, so ist damit auch ein wichtiger Hinweis auf die einzuschlagende Behandlung gegeben. Wissen wir, daß rein konservativ behandelte Schußverletzungen zumeist mit schwerer Infektion verlaufen, daß wir diese aber durch geeignete Wundbehandlung verhüten können, so kann es nicht fraglich sein, was zu tun. Nur über die Ausdehnung des aktiven Vorgehens müßte man verhandeln.

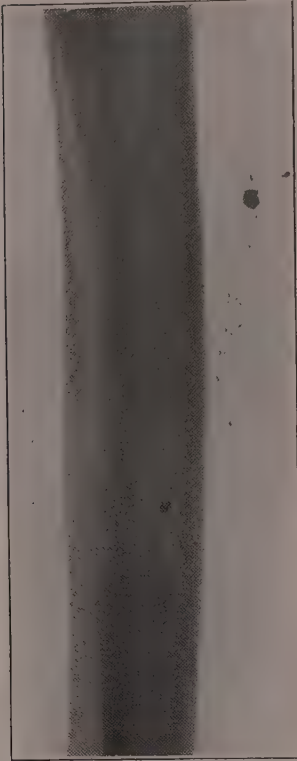


Abb. 152. Fissuren in der Tibia durch kleinen Granatsplitter.

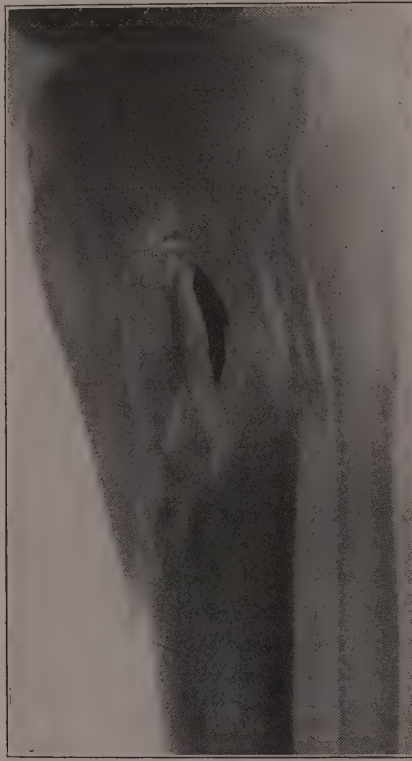


Abb. 153. Tibiazértrümmerung durch Granatsplitter.

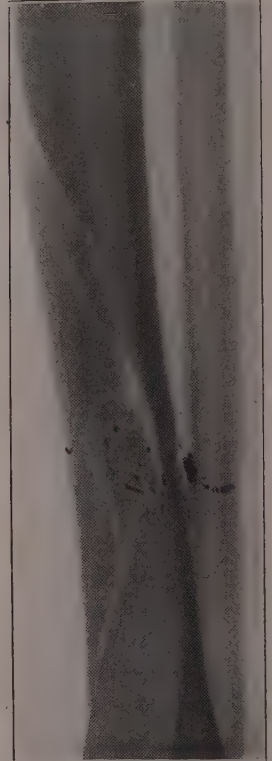


Abb. 154. Schußbruch durch Granatsplitter.

#### Die Behandlung.

Die Behandlung beginnt mit dem Notverband, zu welchem bei kleinem Ein- und Ausschuß das Wundpäckchen ausreicht. Mangels ausreichenden und sterilen Verbandmaterials ist es besser, die Wunden vorläufig unbedeckt zu lassen, als durch Manipulieren an ihnen und Bedecken mit unsterilen Stoffen neue Schädigungen hinzuzufügen, wie das ja für Friedensverletzungen schon genugsam betont worden ist.

Das Erschreckendste bei den meisten Verwundungen ist für den Verwundeten selbst wie für die Umgebung die Blutung, und gegen sie wird in erster Linie vorgegangen, nicht selten in unzweckmäßigster Weise. Daß man viele Blutungen durch einfaches Hochhalten oder durch Hochlagerung zum Stehen bringen kann, wird vielfach nicht beachtet, auch von Ärzten nicht — ist doch z. B. ein Landsturmmann mit durchschossener Poplitea und großem tödlichen Blutverlust in sitzender Stellung von einem sehr gelehrten Physiologen mir ins Lazarett gebracht worden.

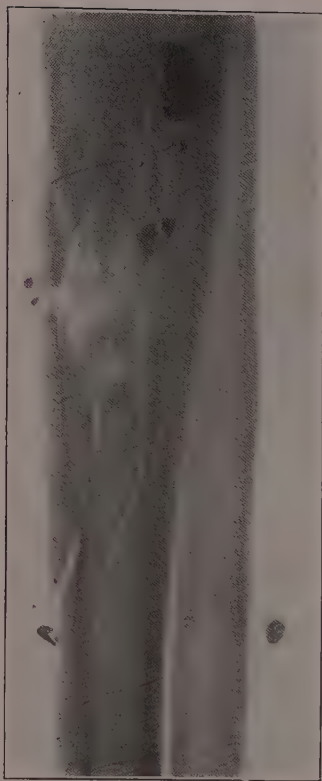


Abb. 155.



Abb. 156.

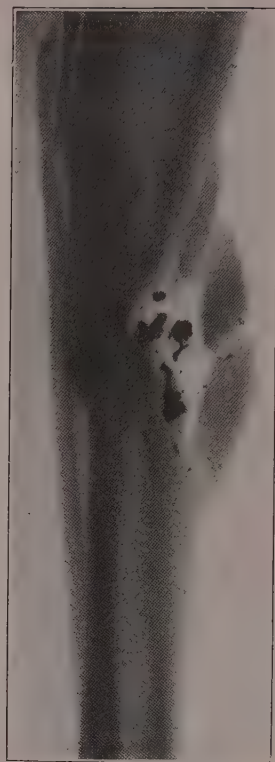


Abb. 157.



Abb. 158.

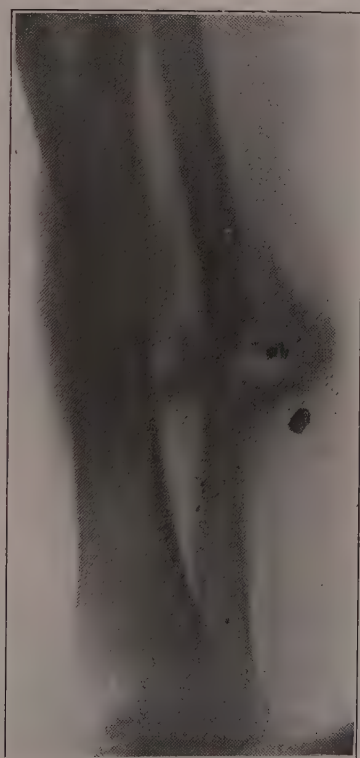


Abb. 159. Schußfraktur durch  
russisches Infanteriegeschöß.

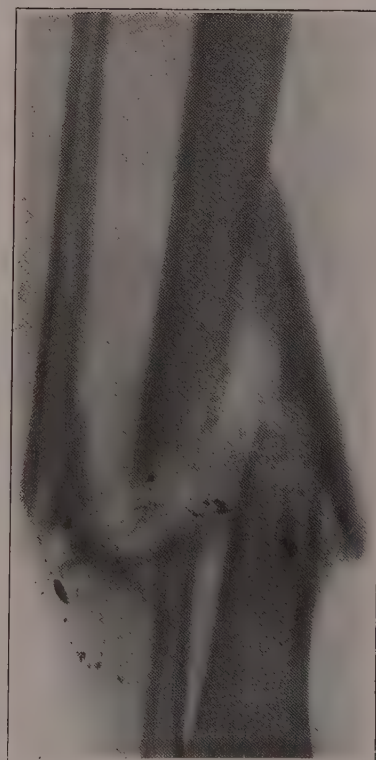


Abb. 160.

Abb. 155—160. Verschiedene Typen von Schußfrakturen.



Oft wird dagegen ganz überflüssig das Glied abgeschnürt, entweder in Höhe der Wunde selbst oder zentralwärts. Bekannt sind die ungenügenden Abschnürungen, die durch venöse Stauung vielmehr die Blutung begünstigen (vgl. z. B. GARRÉ und REHN).

Bei arteriellen Blutungen aus dem Unterschenkel und Fuß ist nach vorherigem Hochhalten des Gliedes die Abschnürung etwa zwischen mittlerem und unterem Drittel des Oberschenkels vorzunehmen — wenn Gummischläuche, wie zuletzt im Kriege, meist fehlen — mit dem Zwirnschen Apparat oder nach Polsterung und Bindenumwicklung mit der Sehrtschen Klammer. In jedem Falle trage man bei Abschnürungen dafür Sorge, daß der Patient baldmöglichst einem geeigneten Chirurgen zur definitiven Blutstillung zugeführt werde.

Leichtere Blutungen — namentlich venöse — stehen auf Hochlagerung und — wenn sie allein nicht genügt — auf Druckverband.

Das kritiklose feste Tamponieren der Wunden werde unterlassen.

Das sehr zweckmäßige, von BIER angegebene Mittel, mangels chirurgischer Hilfe eine Blutung vorläufig zu stillen durch feste Tamponade und Vernähung der Haut darüber, wird beim Unterschenkel in der Regel durch Abschnürung ersetzt werden.

Doch nicht oft genug kann darauf aufmerksam gemacht werden, daß jede, auch kurzdauernde Beschränkung der arteriellen Blutzufuhr zu dem Wundgebiet — sei es durch Abschnürung oder durch Druckverband —, daß jede venöse Stauung auch nur durch fehlende Hochlagerung die Ausbildung der Gaspheg-mone in hohem Maße begünstigt.

#### Der Transport.

Der Transport muß natürlich so schonend wie möglich geschehen und mehrfache Transporte<sup>17)</sup> müssen vermieden werden. Der verletzte Unterschenkel soll auch auf dem Transport möglichst hochgelagert und ruhig gestellt werden. Für Weichteilverletzungen genügt die vielverbreitete Volkmannsche Schiene,

welche für Knochenbrüche in der Regel ganz unzureichend ist. Auf hinreichende Polsterung in der Kniebeuge und in der Hackengegend sei nachdrücklich hingewiesen.

Über den zweckmäßigsten Transportverband für Knochenbrüche des Unterschenkels ist viel gestritten worden.

THÖLE<sup>18)</sup> empfiehlt für den Bewegungskrieg den Transport bis zum Truppenverbandplatz auf der Armeetrage, beide Beine und Füße zusammengebunden, die Knie durch einen zusammengelegten Mantel — leicht gebeugt — unterstützt, für den Schützengrabenkrieg den Transport in einer Zeltbahnhängematte, und zwar so, daß der Verletzte gewissermaßen an den Füßen aufgehängt ist (vgl. die Abbildung in seiner Arbeit). Auf dem Truppenverbandplatz sollen Frakturen der oberen Epiphyse und des Schaftes mit der Extensionslatte von WEISSGERBER und die malleolären und supramalleolären mit einer langen Kramerschen Schiene mit genügender Fersenausbiegung und Kniebiegung und mit geringer Wadenschweifung verbunden werden; auf dem Hauptverbandplatz im Stellungskriege nur Revision der Verbände, im Be-

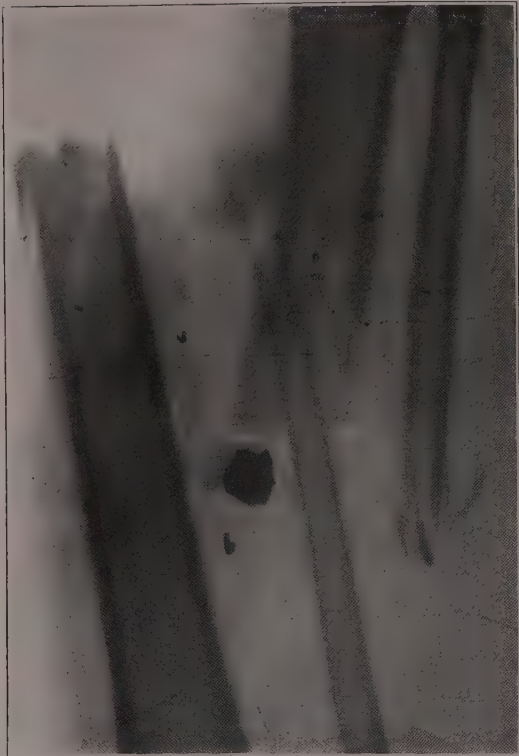


Abb. 161. Schußfraktur.

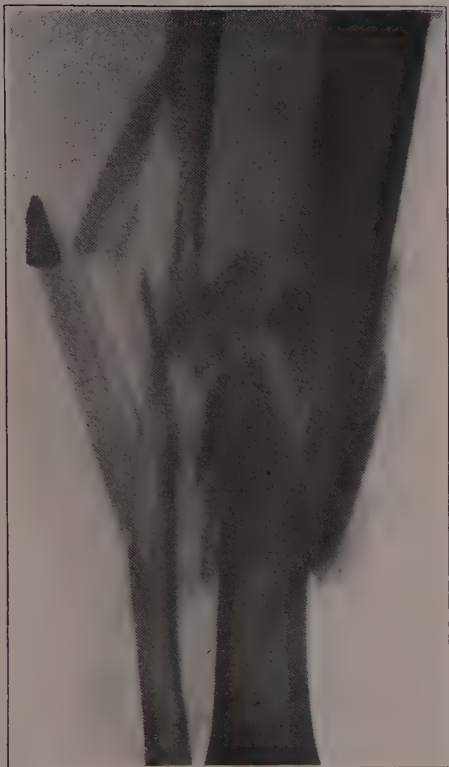


Abb. 162. Schußbruch durch englisches Infanteriegeschö.



Abb. 163.

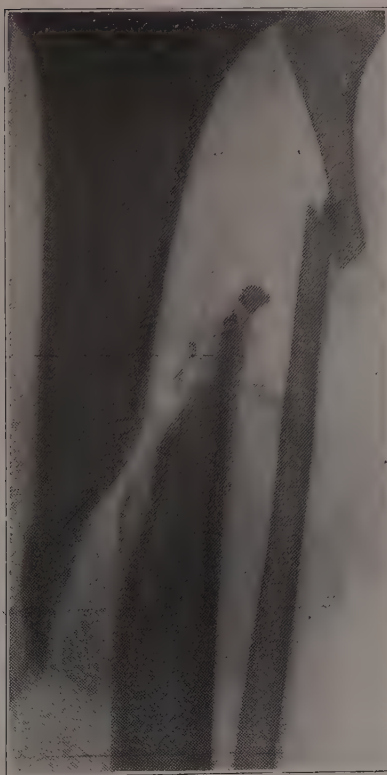


Abb. 164.



Abb. 165.

Abb. 162—165. Verschiedene Typen von Schußfrakturen.

wegungskriege bei genügender Zeit und Übung Anlegen eines gefensterten oder überbrückten Transportgipsverbandes. Dagegen will GOLDAMMER<sup>19)</sup> den Gipsverband von den Truppen- und Hauptverbandplätzen verbannt wissen und führt als Gründe an:

1. Der Gipsverband ist technisch nicht leicht. Er erfordert mehr Zeit und Ruhe, als im allgemeinen auf dem Verbandplatz zur Verfügung stehen, dazu ein großes Geschick und eine große Übung, zumal nur Fensterverbände in Frage kommen, die eine besonders exakte Technik verlangen.
2. Der Gipsverband darf nur da angelegt werden, wo sein einwandfreier Sitz für mindestens 24 Stunden von sachverständiger Seite kontrolliert werden kann, d. h. nur dort, wo eine unmittelbare Transportnotwendigkeit nicht besteht.
3. Der Gipsverband ist ein Dauerverband. Er soll infolgedessen nur dann angelegt werden,

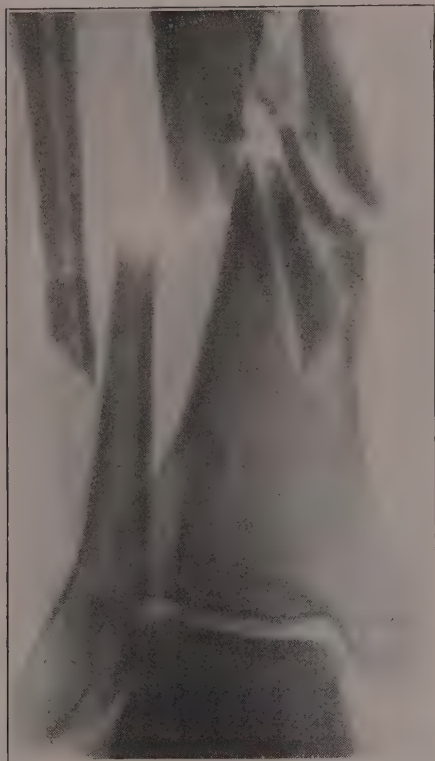


Abb. 166.

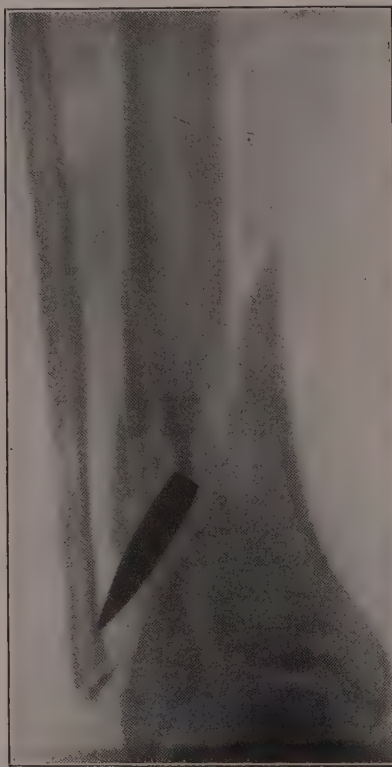


Abb. 167. Beinschuß.

Exitus an Tetanus.

Abb. 166 u. 167. Verschiedene Typen von Schußfrakturen.

wenn man sicher ist, ihn nicht morgen wegen zunehmender Schwellung, Hämatombildung, progredienter Infektion oder Verschmutzung wieder abnehmen zu müssen.

4. Der Gipsverband verführt — und darin sieht GOLDAMMER die hauptsächlichste Kontraindikation gegen seine frühzeitige Verwendung — zweifellos dazu, liegengelassen zu werden, wo er eigentlich herunter müßte, namentlich im Kriege, indem die Verwundeten so schnell und so oft aus einer Hand in die andere kommen.

Auf all die vielen Schienen und Ersatzmateriale, welche empfohlen worden sind, einzugehen, fehlt der Raum.

Meines Erachtens ist nach folgenden Gesichtspunkten zu verfahren: die meisten Verwundungen erfordern baldigste ausgiebige Wundrevision und sind daher baldmöglichst einem Lazarett, womöglich mit Röntgeneinrichtung, zuzuführen. Ist das — wie meist im Westen namentlich in den letzten Jahren — binnen weniger Stunden möglich, vielfach auf dazu eingerichteten Eisenbahnwagen, so wird am besten von



jeglicher Wundbehandlung bis zu diesem Lazarett Abstand genommen und auch kein Gipsverband angelegt, der doch sofort entfernt werden müßte, sondern der Knochenbruch geschient. Für den Unterschenkel haben sich mir und meinen Mitarbeitern am zweckmäßigsten zwei seitliche Kramersche Schienen erwiesen. Um den Unterschenkel im Knie gebeugt verbinden zu können, kann man die Schienen am Knie überwendlings biegen oder noch besser am Knie den unteren Längsdraht jeder Schiene mit der Drahtschere durchschneiden und nun jede beliebige Beugung erzielen (die nötige Festigkeit wird durch Fixierung der durchschnittenen Drahtenden mit Bind-



Abb. 168.  
Fliegerbombenverletzung  
am Unterschenkel;  
operativ abgesetzt.



Abb. 169. Ausgedehnte Zertrümmerung  
des rechten Unterschenkels durch  
Fliegerbombenverletzung mit hoch-  
gradiger Verletzung der Weichteile.

faden- oder Drahtumschnürung hergestellt). Um den Fuß zu stützen, werden die Schienen unten rechtwinklig umgebogen oder, um ein „Fußbrett“ zu erhalten, die eine längere außerdem noch überwendlings nach oben (vgl. Abb. 171). In der Dobrudscha, wo die Kramerschen Schienen verbraucht waren, ließ ich in einer bulgarischen Holz-sägefabrik 1000 Holzplatten herstellen, wie wir sie schon im Frieden stets vorrätig hielten und viel benutzten, freilich meist in Verbindung mit Moospappe. Zur weiteren Fixierung und namentlich zur Verhinderung des seitlichen Umkippens kann man den so geschienten Unterschenkel noch auf eine Volkmannsche Schiene legen.

Für tagelange Transporte, wie sie zuzeiten in Mazedonien erforderlich waren und noch dazu auf unglaublichen Gebirgswegen, ist der gefensterter oder Brückengipsverband vorzuziehen, dann aber nach vorheriger, ausgiebiger Wundrevision!

Ist der Patient in dem Lazarett angelangt, wo die Wunde versorgt werden soll, wird das verletzte Bein zweckmäßig sogleich hochgelagert, damit es in möglichst abgeschwollenem, nicht gestautem Zustand zur Untersuchung kommt.

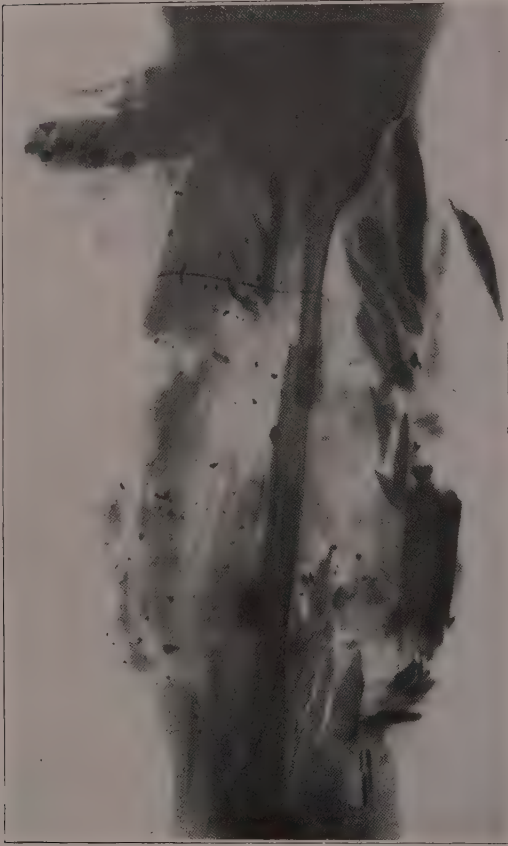


Abb. 170. Röntgenbild zu Abb. 170.

Auffallend ist die einfache Fibulafraktur bei der vollkommenen Zerschmetterung des Schienbeines.

Der leitende Grundsatz muß sein, daß die primäre Wundversorgung möglichst zugleich die endgültige sei. Liegen Steckschüsse vor, oder muß das Bein aus anderen Gründen durchleuchtet werden, so geschehe das möglichst vor der Operation und möglichst in zwei Ebenen.

Bei den Röntgenbildern achte man auf Steckgeschosse, andere evtl. mitgerissene Fremdkörper, Knochenbrüche, deren Splitterungen, unter Umständen in benachbarte Gelenke hinein, und nicht zuletzt auf beginnende Gasabszesse und Gasphlegmonen<sup>20</sup>).

Vor jeder Versorgung schwerer Wunden des Unterschenkels und Fußes überlege man, ob eine Heilung überhaupt möglich ist, um nicht die vom Erfahrenen sogleich für nötig erachtete Amputation später doch zu machen, leider zu oft, wenn es zu spät ist.

Nur einige Beispiele mögen angeführt werden:

Ist die Haut des Unterschenkels in sehr großer Ausdehnung verlorengegangen, namentlich über Gelenken und an der Fußsohle, so soll man — auch bei unverletzten Knochen, großen Gefäßen, Nerven — nicht mit der Amputation warten, damit nicht schließlich der Tod infolge Sepsis und Entkräftung erfolgt. Ebenso wenn bei Zerreißen der großen Poplitealgefäße, der Art. tibialis antica und postica das Bein schon anfängt abzusterben, bei Aussichtslosigkeit von Gefäßnähten; wenn die Epiphysen bis ins Gelenk hinein so schwer zertrümmert sind bei großem Ein- oder Ausschub, daß eine Resektion nicht mehr möglich (vgl. Abb. 172—178); wenn aus den Diaphysen und Weichteilen so große Stücke herausgerissen sind, daß eine spätere Gebrauchsfähigkeit ausgeschlossen. Am Oberarm z. B. kann man in dem konservativen Verfahren natürlich viel weiter gehen, der Unterschenkel soll aber **tragfähig** werden.

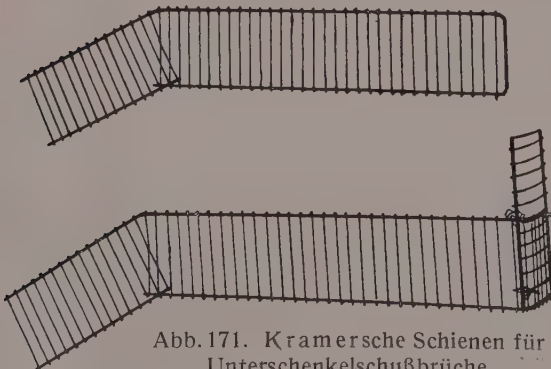


Abb. 171. Kramersche Schienen für Unterschenkelschußbrüche.

Abb. 178 zeigt außer der Unterschenkelschußfraktur eine Resektion des vereiterten Kniegelenkes nach Zertrümmerung der Femurkondylen. Abgesehen von der schlechten Stellung wäre eine knöcherne Heilung zwischen dem Femurschaft und der — noch dazu nicht

abgesägten — Tibiagelenkfläche nie erfolgt. Die erst viele Wochen nach der Verletzung auf meinen Rat hin vorgenommene Amputation wäre besser primär ausgeführt worden.

Daß Abschüsse oder ihnen praktisch gleich zu erachtende Verletzungen baldigst im Gesunden zu amputieren sind, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, wohl aber, daß nach allen Amputationen die Lappen nicht genäht werden, auch nicht einmal durch „Situationsnähte“ vereinigt werden, vor allem nicht über Gazetampons, sondern sie sind bis etwa zum zweiten Verbandwechsel zurückzuschlagen (über reichlicher Unterpolsterung). RITTER<sup>21</sup>) empfiehlt die Naht über Tampons für die ersten 1—2 Tage zur Verhütung einer Nachblutung. Die Gefahr



Abb. 172.



Abb. 173.

Abb. 172 u. 173. Granatsplitterschuß. Kleinapfelgroße Höhle in der Tibia mit Eröffnung des Kniegelenks, das vereiterte. Amputation.

einer Nachblutung bei frischen Amputationen in den ersten beiden Tagen ist meines Erachtens bei ordnungsgemäßer Technik gleich Null, die Gefahr der Infektionsverbreitung gerade in den ersten beiden Tagen am meisten zu befürchten, so daß nachdrücklich auch vor diesem Verfahren gewarnt sei!

Infolge von Nichtbeachtung dieser Regel habe ich viele von anderer Seite operierte Verwundete sterben sehen an Eiterung, Gasphlegmone usw., viele höher amputieren müssen, so gut wie immer aber, wenn die Wunde auch von sonst tüchtigen Chirurgen genäht war, die Nähte entfernen und die Lappen zurückklappen müssen.

Die Behandlung der Weichteilwunden am Unterschenkel geschieht nach den allgemeinen Regeln.

Nur Durchschüsse mit kleinem Ein- und Ausschuß, bei welchen keine größeren Gefäße verletzt zu sein scheinen, keine großen Höhlen entstanden sind, werden ganz konservativ behandelt, aber auch geschient und hochgelagert.



Streifschüsse der Haut und der oberflächlichen Muskulatur werden am besten exzidiert, ebenso Hautsteckschüsse. Sind die letzteren überaus zahlreich, z. B. bei Handgranatenverletzungen, durch Steinsplitter, so verbietet sich die Exzision jeder kleinen Wunde. Aber möglichste Reinigung und Entfernung der oberflächlichen Fremdkörper ist sehr zu empfehlen.

Auf alle die verschiedenen Chemikalien, welche für die Wundbehandlung empfohlen werden, einzugehen, würde zu weit führen. Meines Erachtens können diese Mittel helfen, die Wundkomplikationen zu verhindern, das Wesentlichste ist und bleibt die mechanische Wundversorgung, die Exzision der Wundränder, der zertrümmerten und zeretzten Muskulatur, die breite Freilegung und das Offenhalten der Wundtaschen.

Den Bestrebungen, die Wunden sogleich durch die Naht zuzuschließen, kann Verfasser keine allgemeine Berechtigung zugestehen, trotz der guten Resultate, z. B. von HUFSCMIDT und ECKERT<sup>22</sup>). Mögen einzelne Fälle gelingen und so zweifellos schneller heilen, allgemeiner angewandt, werden sich die Fehlschläge mehren und namentlich schnell tödliche Gaspneumonien, die ohne Naht erfahrungsgemäß nicht entstanden wären.

Die oberflächlichen Weichteilwunden am Unterschenkel heilen oft — namentlich bei Ruhe und Hochlagerung — in kürzester Frist, gelegentlich sind sie außerordentlich hartnäckig. Die Wundränder werden kallös, die Sekretion hört nicht auf.

Trotz Anwendung derartiger chirurgischer Eingriffe habe ich eine bei den Revolutionsunruhen entstandene oberflächliche Gewehrsschußverletzung an der Wade bei einem ca. 20 jährigen Menschen bei Krankenhausbehandlung erst nach Monaten durch Eingipsen zur Heilung gebracht, nachdem der Verdacht entstanden war, daß der Patient absichtlich durch Manipulationen an der Wunde die Heilung verhinderte. Man kann gezwungen sein, auch im weiteren Verlaufe die Wunde zu exzidieren und nun durch Naht zu verschließen oder durch Thiersch'sche Transplantation oder besser noch durch plastische Lappenverschiebungen.

Besonders schlecht heilen die Wunden, bei welchen die zugehörigen Nerven mitverletzt sind (über die Mals perforants nach Nervenverletzungen siehe in dem betreffenden Kapitel). NORDMANN<sup>23</sup>) hat in einem derartigen Falle, in dem der Nervus tibialis fehlte, die Endigungen eines Peroneusastes

in die Umgebung der Wunde verlagert und dann nach Anlegen eines Gipsverbandes Heilung erzielt. Ob hier — wie in dem obenerwähnten Falle — der Gipsverband die Heilung befördert hat oder wirklich die Nervenverpflanzung, muß wohl erst durch weitere Erfahrungen entschieden werden.

Auch bei kleinkalibrigen Unterschenkel-, speziell Wadendurchschüssen wird man aktiv vorgehen, wenn größere Zertrümmerungshöhlen in der Tiefe zu erwarten sind, und insbesondere, wenn Gefäßverletzungen vorliegen. Noch dringender ist die Indikation, wenn es sich dabei um Steckschüsse handelt (vgl. auch REHN, a. a. O.).

Besondere Beachtung verdienen die vorhin erwähnten typischen Wadenschüsse mit praller Spannung und ausstrahlenden Schmerzen.

Die Schnittrichtung erfolgt am besten wie zur Unterbindung der Tibialis antica und postica (s. u.), evtl. unabhängig vom Ein- und Ausschuß, welche dann für sich



Abb. 174.

Durchschuß durch rechtes Kniegelenk vor 10 Tagen (Infanteriegesch.).  
Einschuß: rechter Oberschenkel innen. Ausschuß: handbreit unterhalb des Gelenkspaltes.  
Eiterungen im Kniegelenk. Amputation vor 2 Tagen. (Vgl. Abb. Nr. 175.)

zu umschneiden sind. Nur ausnahmsweise, wenn die Zertrümmerungshöhlen bis dicht unter die Haut gehen, kommen bei Durchschüssen Querschnitte, welche Ein- und Ausschuß verbinden, in Betracht. Die Schnitte sind von vornherein groß anzulegen, glatt, wo die Muskulatur zu durchschneiden ist (*Musc. soleus*). Die Blutergüsse werden ausgeräumt, zerfetzte Muskulatur ausgeschnitten, Fremdkörper entfernt, die Blutgefäße aufgesucht und, wenn verletzt, doppelt unterbunden, etwa schon thrombosierte zentralwärts vom Thrombus.

Die Gefäßnaht kommt nur bei ganz frischen Verletzungen der *Arteria poplitea* in Frage, deren Unterbindung in den meisten Fällen — nicht immer — Gangrän des Unterschenkels zur Folge hat.

In infiziertem Terrain die Naht der *Poplitea* vorzunehmen, ist wegen der Nach- und Verblutungsgefahr nicht ratsam. Manche Chirurgen wollen statt der Unterbindung gleich amputieren. Im Hinblick auf einige einwandfrei sowohl von anderen wie von mir beobachtete, ohne Störungen geheilte Unterbindungen glaube ich, daß man nicht so weit gehen, aber andererseits mit der Amputation nicht zuwarten soll, bis sich womöglich Gasgangrän ausgebildet hat.

Bei Verletzungen der *Poplitea* mit kleinem Ein- und Ausschuß ohne Blutung, Infektion und schwere Zirkulationsstörungen wartet man besser bei den meist unzulänglichen Verhältnissen im Felde und operiert später das Aneurysma.

Bei isolierter Verletzung der *Vena poplitea*, welche ich nie gesehen, kommt es nach KÖNIG (a. a. O.) nach ihrer Unterbindung zu hochgradigen Stauungen und unter Umständen zu schwer zu stillenden Blutungen aus den mitverletzten Weichteilen, so daß die Unterbindung der unverletzten Arterie nötig werden könne.

Auch die Verletzung der *Vena poplitea* allein kann Gangrän zur Folge haben (vgl. FRANZ, a. a. O.). FRANZ warnt daher mit Recht davor, bei Verletzungen der Arterie die Vene prinzipiell mit zu unterbinden, was bekanntlich von anderen empfohlen wird.

Die Verletzung der einzelnen Äste der *Arteria poplitea* ist nicht selten von Gasbrand der von ihnen versorgten Muskulatur gefolgt. Nur ganz frische Wundversorgung sichert einigermaßen dagegen. Zirkulationsstörungen (bis zur Geschwürsbildung und ischämischen Schmerzen) bleiben auch nach Verletzung und Unterbindung nur einer Arterie gelegentlich für längere Zeit zurück.

Da die Unterbindung beider *Arteriae tibiales* meist Gangrän zur Folge hat (s. S. 300), hat man die Arteriennaht empfohlen und versucht. Abgesehen davon, daß sie nur für ganz frische Verletzungen überhaupt in Frage kommt, ist die Naht z. B. der *Tibialis postica* im oberen Drittel, wo sie bei den typischen „Wadenschüssen“ meist verletzt zu sein pflegt,



Abb. 175. Röntgenbild von Abb. 174.

meines Erachtens technisch nicht möglich. Schon die Unterbindung kann hier bei muskulösen Menschen in den zerfetzten und durchbluteten Geweben recht schwierig sein. Und wenn wirklich die Naht der relativ engen Gefäße gelungen wäre, bleibt es höchst zweifelhaft, ob die Gefäße durchgängig bleiben. Deswegen ist bei Verletzung beider Arterien die Amputation in Erwägung zu ziehen wegen der Gefahr des Gangrän, und zwar möglichst vor ihrem Manifestwerden (frühzeitige Röntgenaufnahmen!), zumal bei größeren anderweitigen Verletzungen, z. B. der Nerven, Knochen, und wenn Blässe, Kühle, Gefühlsaufhebung oder -herabsetzung des peripherischen Gliedabschnittes schon auf beginnende Gangrän hinweisen.



Abb. 176.

Abb. 177.

Abb. 176 u. 177. Fliegerbombenverletzung. Fall für primäre Amputation.

#### Die Unterbindung der Art. tibialis antica und postica.

Die Arteria antica verläuft in der Richtung von der Mitte zwischen Caputulum fibulae und Tuberositas tibiae und der Mitte zwischen dem Vorderrand beider Malleolen, im oberen Drittel zwischen Tibialis anticus und Extensor digit. com. longus auf dem Ligam. interosseum, lateral begleitet vom N. per. prof., im unteren Drittel zwischen Tibial. anticus und der prismatischen Sehne des Ext. hallucis longus. Der Nerv liegt hier vor oder schon medial von der Arterie.

Die Art. postica zieht in der Richtung von der Mitte der Fossa poplitea zum Halbierungspunkt des Abstandes zwischen der Spitze des Malleolus internus und der Tuberositas calcanei.

Im oberen Drittel Schnitt fingerbreit von der inneren Tibiakante auf den medialen Gastrocnemiusrand, dann durch den Musc. soleus, dessen vordere Muskelfasern von den hinteren durch ein gelblichweißes Faszienblatt getrennt werden. Unter einer dünnen Faszie liegt dann die Arterie, lateral von ihr der Nervus tibialis. Ihre Auf-



findung ist hier bei großen Blutergüssen oft nicht leicht. Man kann sich helfen durch Freilegen der unverletzten — oberen oder unteren — Partie oder durch Lüften der Abschnürung, um dann das spritzende Gefäß zu fassen.

Einfacher ist die Unterbindung im unteren Drittel zwischen Tibia und Achillessehne in der Richtungslinie. Der N. tibialis liegt nach außen.

GOLDAMMERS (a. a. O.) Ansicht über die Behandlung der Wadenschüsse aus den Balkankriegen kann ich nicht bestätigen: „Am gefährlichsten ist es“ — schreibt er —, „wenn man inzidiert, was leider recht häufig geschieht, weil das pralle Hämatom für eine Phlegmone gehalten wird, zumal es immer mit Fieber einhergeht. Die große Höhle verfällt unter den ungünstigen Kriegsverhältnissen dann regelmäßig der Infektion und bildet mit Vorliebe den Ausgangspunkt allgemeiner Sepsis . . . Setzt man diese Hämatome unter die Wirkung der Staubinde, so entsteht sehr bald aus den Schußöffnungen eine reichliche blutigeröse Sekretion, und unter schnellem Zurückgehen der Temperatur ist in 8 Tagen der Unterschenkel weich und schmerzlos.“ Kurz vorher beschreibt GOLDAMMER aber zwei schwere Fälle von Gasphegmone bei Wadenschüssen. Daß er nicht mehr gesehen, liegt wohl daran, daß er vorwiegend Infanterieverletzungen zu behandeln hatte.

Die Nervenverletzungen, auch des Unterschenkels, werden für sich besprochen. Hier sei nur erwähnt, daß es sich empfiehlt, wenn man bei der oben geschilderten Wundrevision einen großen Nerven durchschossen findet, die Enden zu vereinigen, um primäre Heilung im günstigsten Falle anzustreben, zum mindesten aber, um zu verhindern, daß seine Enden zu weit auseinanderweichen.

Zur Drainage benutze man dicke weiche Gummirohre, welche bei Gefäßnähe nicht durchzuziehen sind. Druckusuren der Gefäße müssen vermieden werden (vgl. Abb. 179). In diesem Fall ist nach Eintritt der Blutung dem Operateur noch das Versehen passiert, die Unterbindung peripher von der Usurstelle anzulegen.

Nach Anlegen eines gut gepolsterten Verbandes werden die Patienten am besten so gelagert, daß das Glied hochgelagert ist, das Knie leicht gebeugt. Sehr zu empfehlen ist dafür die Braunsche Schiene (vgl. Abb. 180, 182 u. 187). Bei allen Wadenschüssen kommt es leicht zur Ausbildung eines Spitzfußes. Deswegen wird von vornherein dagegen Fürsorge getroffen, am besten durch entsprechende Befestigung des Fußes am oberen Bügel der Braunschen Schiene mittels eines Trikotschlauches, den man über den mit Mastisol bestrichenen Fuß zieht.

#### Behandlung der infizierten Weichteilschüsse.

Wird frühzeitig prinzipiell so vorgegangen, wird man schwere Eiterungen und Gasphegmone, in Verbindung mit prophylaktischen Serumeinspritzungen, auch den Tetanus bei den gerade zu diesen Komplikationen neigenden Unterschenkelschüssen kaum je sich entwickeln sehen. Bekommt man die Patienten schwer infiziert in Be-



Abb. 178.

(Vgl. S. 314 unten.)

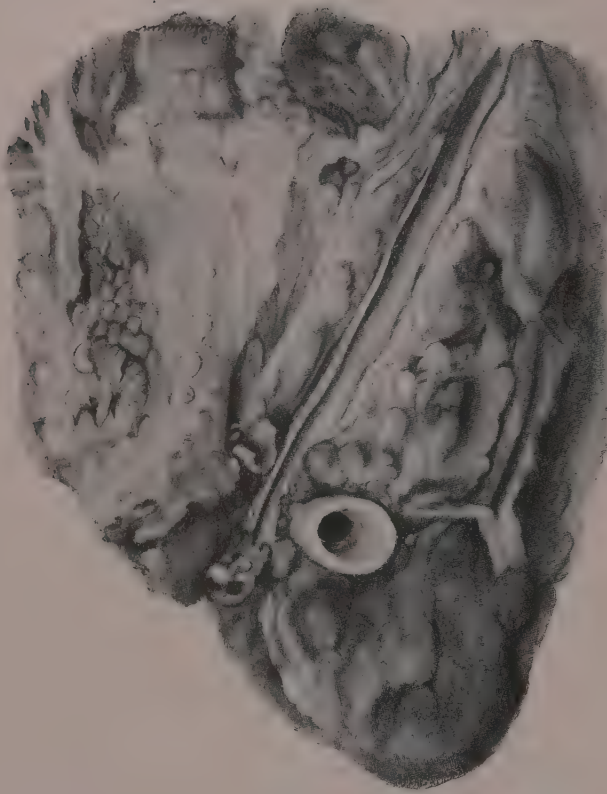


Abb. 179. Arrosion der Art. poplitea durch Dränrohr.  
Tödliche Verblutung. Unterbindung dicht unterhalb der Arrosionsstelle.

breiten pflegen. Unter Umständen sind Gegeninzisionen nötig, doch bohre man nicht blind mit der Kornzange durch die Gewebe, sondern lege die Schnitte nach anatomisch-chirurgischen Grundsätzen an.

Die Gasphegmonen werden für sich behandelt, hier sei nur ein meines Wissens einzig dastehendes Beispiel abgebildet von den Folgen einer schweren Infektion und Gasphegmonie des Unterschenkels (Abb. 181).



Abb. 180. Granatsplitterverletzungen beider Unterschenkel, auf Braunschen Schienen.

handlung, so kann auch nur gründliches aktives Vorgehen nützen. Freilich muß man berücksichtigen, daß nach einem Transport an sich schon hohe Temperaturen aufzutreten pflegen, daß nicht genügend hochgelagerte und fixierte Beine geschwollen und stark gerötet sein können. Dann ist es zweckmäßig, das Glied etwa unter Alkoholumschlägen gut zu lagern und zunächst abzuwarten: man wird meist erstaunt sein, wie viel übersichtlicher das ganze Bild geworden ist. Wenn überhaupt noch Eingriffe nötig sind, so kommt man mit sehr viel kleineren Schnitten aus. Etwaige Abszesse sind viel leichter zu finden.

Alle Eingriffe führt man am besten in Blutleere und im Äther- bzw. Chloräthylrausch aus.

Die Schnitte müssen ausgiebig sein und werden zweckmäßig so angelegt, wie zur Unterbindung der Arterien, weil diese am besten die tiefen Muskelinterstitien und Sehenscheiden freilegen, in welchen die Eiterungen sich meist zu ver-

Bei der Nachbehandlung schwerinfizierter Weichteilschüsse des Unterschenkels sind natürlich die allgemeinen Regeln gültig: wenn wirklich gründlich operiert worden ist, lasse man den Verband lange liegen und wechsele ihn, wenn nötig, möglichst schonend.

Für sehr verschmutzte, stark eiternde große Wunden kommt die offene Wundbehandlung evtl. mit Dauerberieselung in Betracht (vgl. Abb. 182). Auch die Sonnenbestrahlung kann man im weiteren Verlaufe mit heranziehen, namentlich bei schlecht heilenden Wunden.

Man muß sich aber — z. B. in Mazedonien — vor einem Übermaß hüten und keine Wunderheilungen erwarten.

Bei eitriger Thrombophlebitis, meist mit Schüttelfrösten und hohem, remittierendem Fieber einhergehend, muß rechtzeitig die Venenunterbindung zentral von der thrombosierten Partie ausgeführt werden. Das Leiden ist im letzten Kriege nur



Abb. 181. Exartikulierter vollständig skelettierter Unterschenkel nach Granatverletzung (ungarischer Reservist).

18.11.14 Exartikulation des linken Fußes, danach Gasödem d. ganzen Beines. Inzisionen. Völlige Gangrän des Unterschenkels. Exartikulation verweigert bis Mitte Dezember 1914. An dem Unterschenkel ist nichts präpariert. Patient geheilt.

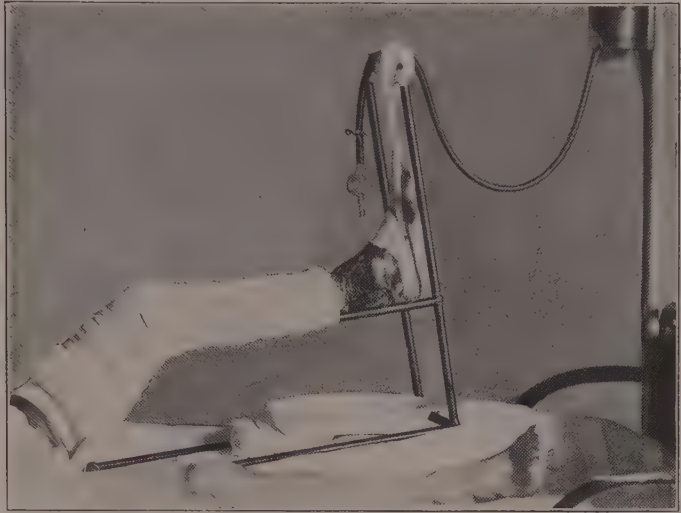


Abb. 182. Offene Wundbehandlung mit Dauerberieselung.

sehr selten zur Beobachtung gekommen im Gegensatz zu früheren Kriegen. Ich selber entsinne mich an den unteren Extremitäten nur zweier Fälle, und zwar nach Oberschenkelamputation, aber andererseits ist die Kenntnis von der eitrigen Venenentzündung und ihrer chirurgischen Behandlung wenig bekannt, so daß für doch vorkommende Fälle darauf hingewiesen sei.

Wird man durch chirurgische Eingriffe der Infektion nicht Herr, so bleibt als *Ultimum refugium* die Amputation; wenn man von den Gasphegmonen absieht, dürfte das bei bloßen Weichteilwunden des Unterschenkels sehr selten vorkommen.

#### Behandlung der Knochenschüsse.

Für die Knochenschüsse ist sowohl die Wundrevision als auch die Fixierung der Bruchenden notwendig. Für die erstere gelten so ziemlich dieselben Regeln wie für die Verletzungen nur der Weichteile. Verletzungen — meist durch Gewehrschüsse — mit ganz kleinem Ein- und Ausschuß werden exspektativ behandelt, ohne Rücksicht auf die Ausdehnung der Knochensplitterung. Solche Fälle können —

früh aseptisch verbunden, die Bruchenden durch zirkulären und gefensternten Gipsverband ruhig gestellt, möglichst wenig transportiert — glatt heilen.

Sind dagegen große, offene Wunden, größere Verletzungen der Weichteile vorhanden, Gefäßverletzungen zu vermuten, so verfähre man, wie oben beschrieben. An den Knochen selbst werde möglichst wenig gemacht. Nur ganz gelöste, weithin verlagerte Knochensplitter werden schonend entfernt. Die Infektion





Abb. 183. Unterschenkelbruch durch Granatschuß.

geht in erster Linie von den Muskeln aus, viel seltener von den Knochen. Räumt man die Knochensplitter zu gründlich aus, ist eine Pseudarthrose die sichere Folge (vgl. GULEKE<sup>24</sup> und PERTHES a. a. O.), während sie bei schonender Wundrevision am Unterschenkelganzaußerordentlich selten ist.

Die Resektion der Knochenenden und die Fixierung durch Naht oder Schienen, jede brüske und forcierte Adaptierung, wie sie von manchen empfohlen worden sind, halte ich für ganz unnötig und meist für schädlich. Wochenlang andauernde Temperatursteigerungen bis 39° und 40° werden als Folge beschrieben.

Gelegentliche, gut gelungene Heilungen ändern daran nichts. Abb. 183—185 zeigen einen schweren Unterschenkelbruch durch Granatschuß, sekundär geschient und gut geheilt (Dr. STROEBEL).

Ich selber habe Knochnaht und Knochenschienen bei frischen Schußbrüchen

nie angewandt oder anwenden lassen. Sind die Bruchenden nicht disloziert (auch nicht nach Ausweis des Röntgenbildes), so kommt nur ihre Fixierung in Betracht, und zwar wenn Wundkomplikationen nicht zu befürchten sind, am besten durch einengefensterten Gipsverband, sonst für die ersten Tage durch zwei seitliche Schienen oder durch Extension. Sind die Knochenenden verschoben, das Glied verkürzt, ist die schonendste Behandlungsmethode der Extensionsverband mit Lagerung des Gliedes auf der Braunschen Schiene; bei Wunden auf der Rückseite des Gliedes kann die Beelysche Gipschiene mit Suspension zweckmäßig sein. Die Extension kann, wenn genügend Platz vorhanden ist, mit Heftpflaster oder Mastisolstreifen angelegt werden, sonst vermittels eines Steinmannschen Nagels,

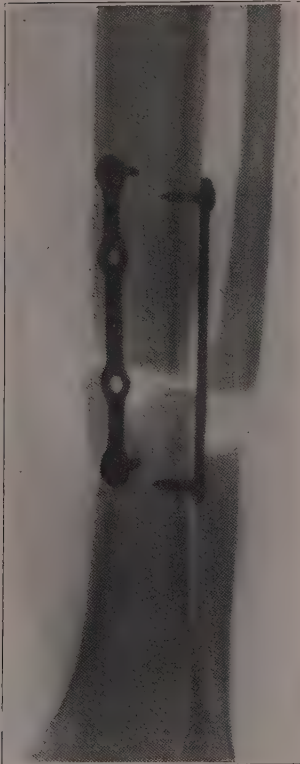


Abb. 184. Derselbe Fall, wie Abb. 183. Geschient.



Abb. 185. Derselbe Fall, wie Abb. 183. Geheilt.

eines Drahtes durch den Kalkaneus oder zwischen ihm und Achillessehne nach KLAPP bzw. GELINSKY. Nocheinfacher und bezüglich Fistelbildung ungefährlicher sind die Klammern, von denen ich die Rehschen (vgl. Abb. 186 u. 187) zur Verfügung hatte, die ich sehr empfehlen kann. Dieselben Dienste tun die von Schmerz angegebenen.

Der zur Beseitigung von stärkeren Verkürzungen angegebene Scherenapparat von Sommer (Chir. Kongreß 1920) mit der doppelten Steinmannschen Nagelung wird bei Schußbrüchen kaum nötig sein\*).

Die Behandlung auf der Braunschen Schiene<sup>25)</sup> mit Extension am Kalkaneus ist deswegen so zu empfehlen, weil sie nicht nur das Bein vorzüglich lagert und fixiert, am zweckmäßigsten und schonendsten jede Dislokation korrigiert, sondern gestattet, die ganze Wunde und Umgebung offen zu lassen und so deren Besichtigung jederzeit vorzunehmen ohne schmerzhaften und schädlichen Verbandwechsel, was namentlich in den ersten, für Entwicklung einer Gasphlegmone kritischen Tagen von großem Vorteil ist. Auch gestattet sie jederzeit die für schmierige Wunden sehr vorteilhafte permanente Irrigation (Abb. 182), die einfacher und empfehlenswerter als das Dakinsche Verfahren ist.

Schließlich werden so die benachbarten Gelenke weniger steif, die Muskeln weniger atrophisch als in großen fixierenden Schienen- oder Gipsverbänden.

Natürlich darf man nicht zu stark und zu lange extendieren, um keine Pseudarthrose zu erhalten. GULEKE (Bruns Beiträge 98) hat bei der Extensionsbehandlung häufiger verzögerte Konsolidation und Pseudarthrosen auftreten sehen als bei Anwendung des Gipsverbandes. Gerade beim Unterschenkel wird das am wenigsten zu befürchten sein.

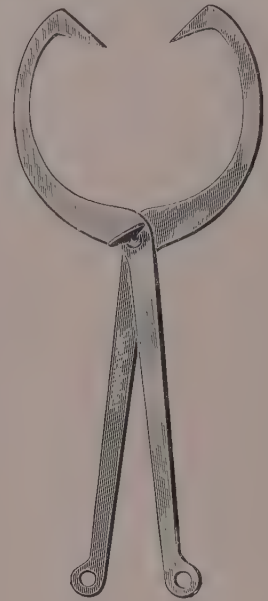


Abb. 186. Rehsche Klammer\*\*).

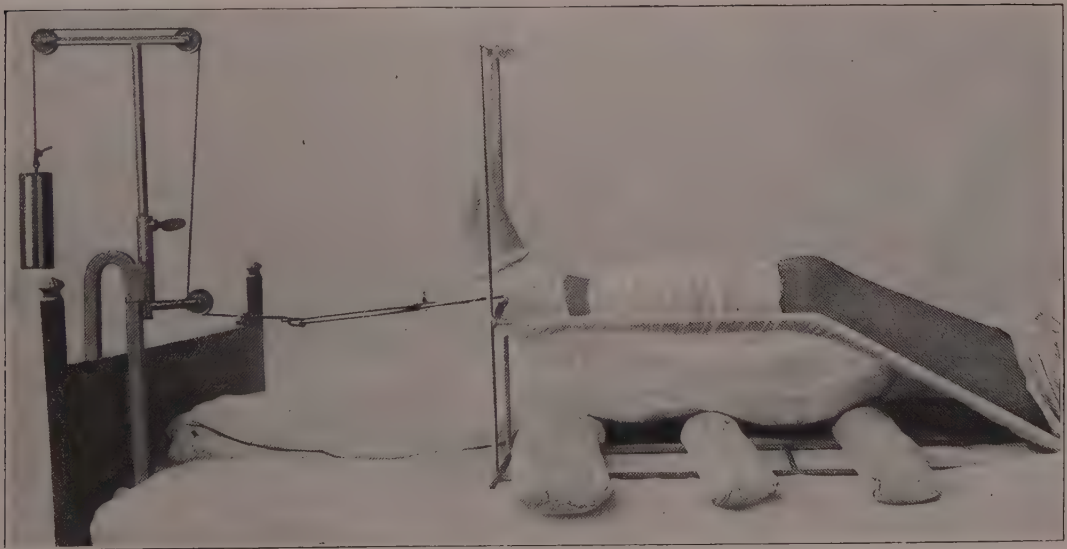


Abb. 187. Extension mit Rehscher Klammer auf Braunscher Schiene.

Ebenso ist GULEKE von der prinzipiellen Extensionsmethode zugunsten des frühzeitigen Gipsverbandes wieder abgekommen, bei Befürchtung von Wundkomplikationen

\*) Vgl. auch den „Bahnenverband“ von Solms und die Modifikation der Braunschen Schiene von BÖHLER (Abb. 188 u. 189).

\*\*) Zweckmäßiger sind Klammern, bei welchen die spitzen Enden rechtwinklig zur Zugrichtung stehen.

nach 2-3tägiger Schienen- oder Extensionsbehandlung, weil er nach Anlegen des Gipsverbandes schneller Temperatur und Schmerzen schwinden sah.

Diese Vorzüge des Gipsverbandes sind ja bekannt und ohne weiteres zuzugeben und dies Verfahren ist für Fälle ohne Verkürzung oder nach ihrer Beseitigung anzuwenden, für die anderen möge die Extension aber erst versucht werden.

Sind die Wunden in Heilung begriffen, die Verkürzung ausgeglichen, läßt man die Extension weg und legt einen evtl. gefensterten Gipsverband an, um dem Patienten größere Bewegungsfreiheit zu verschaffen, später auch einen Gehgipsverband, namentlich auch zum Abtransport; doch sei man vorsichtig, damit nicht spätere Verkürzungen eintreten; ich habe einen sehr schweren Granatschußbruch des Unterschenkels,

der nach zirka 3wöchentlicher Behandlung mit Extension in guter Stellung und Verfassung aus dem Felde abtransportiert wurde, 1½ Jahre später mit starker Verkürzung, Dislokation, schweren Ödemen, noch nicht ganz konsolidiert in einem Heimatlazarett wieder angetroffen.

Geben die Wundverhältnisse zu Befürchtungen keinen Anlaß mehr, befürchtet man aber in dem einfachen Gipsverband das Wiedereintreten der Verkürzung, so kann man in geeigneten Fällen mit Vorteil von den Hackenbruchschen Distractionsklammern<sup>26)</sup> Gebrauch machen, auch zu Gehverbänden.

Die vom Verfasser freundlichst zur Verfügung gestellten Abb. 190—194 veranschaulichen die Anwendung am besten. Voraussetzung ist dabei, daß die Verbandtechnik tadellos beherrscht wird. Ich habe durch einen von einem sehr tüchtigen Orthopäden angelegten Verband, welcher in dem Falle überdies völlig überflüssig war, schwere Peroneuslähmung entstehen sehen.

Bei der großen Mehrzahl der Schußbrüche ist nach der beschriebenen Behandlung der Verlauf ein günstiger. Eventuelle Anfangstemperaturen gehen namentlich bei

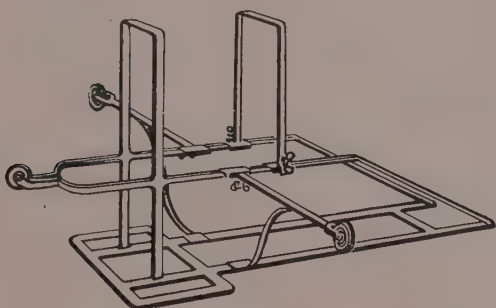


Abb. 188.

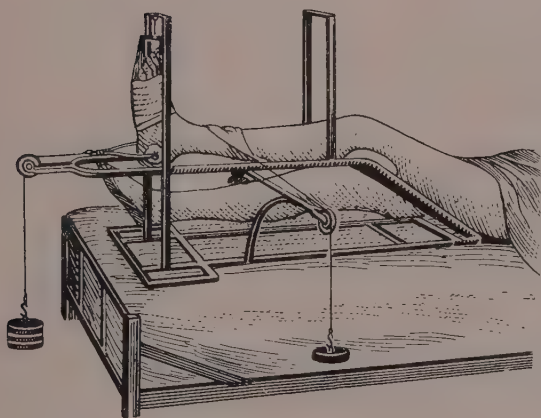


Abb. 189.

Abb. 188 u. 189. Apparate nach Böhler.

guter Fixation schnell herunter, die Sekretion ist von Anfang an gering oder nimmt schnell ab, Schmerzen bestehen nicht. Auch bei ausgedehnten Zertrümmerungen können alle oder die meisten zurückgelassenen Splitter einheilen (Kontrolle durch das Röntgenbild), vielleicht stößt sich auch hin und wieder ein Splitter ab und läßt sich beim Verbandwechsel ohne größeren Eingriff mit der Pinzette entfernen.

In anderen, namentlich spät oder ungenügend versorgten Fällen befällt die Infektion — sehen wir hier von den oben beschriebenen Weichteilinfektionen ab, die sich naturgemäß bei gleichzeitigem Knochenbruch noch leichter als sonst entwickeln können — auch die Bruchenden und sogar das Knochenmark (vgl. die ausführliche Schilderung von PAYR a. a. O.). Durch die Eiterung der umgebenden Weichteile werden die Knochenenden entblößt und liegen nekrotisch in der Wunde zutage, aus der Markhöhle entleert sich reichlich — selbst jauchiger — Eiter. Charakteristisch ist das hohe Fieber, der schwere Allgemeinzustand. Die Eiterung setzt sich durch Sprünge im Knochen, auf dem Lymphwege unter Umständen fort bis ins benachbarte Knie- oder



Sprunggelenk, andere Metastasen treten auf (die Abszesse in und zwischen den Glutäalmuskeln werden häufig nicht beachtet).

Bei schwer infizierten Knochenschüssen wird man die Abszeßhöhlen breit spalten und gut drainieren, evtl. Fremdkörper und lose Splitter entfernen.

Zu Beginn der Osteomyelitis kann man durch gründliches Aufmeißeln der Markhöhle die Infektion vielleicht noch beherrschen, bei fortdauerndem schlechten Allgemeinbefinden warte man nicht zu lange mit der Amputation. Überraschend eintretende Todesfälle lassen oft bedauern, die schon in Aussicht genommene Amputation nicht schon früher gemacht zu haben, ebenso Todesfälle gleich nach der Operation, welche doch schon zu spät gekommen ist. Den Entschluß zur Amputation erleichtert die Überlegung, daß nach gründlicher Entfernung der nekrotisch gewordenen Splitter und weiter Aufmeißelung der Markhöhle im günstigsten Falle der Unterschenkel in seiner Gebrauchsfähigkeit stark behindert sein würde, abgesehen von den Gefahren, die bei längerer konservativer Behandlung dem Patienten durch Sepsis, Nachblutungen, Amyloidentartung, Thrombophlebitis u. a. drohen.

Sind Knie- oder Sprunggelenke mitverleitet, so wird in der Regel — wenn es sich um Sprünge ins Gelenk handelt — amputiert werden müssen, wenn nicht noch eine Resektion möglich. Auch nach Amputationen des Unterschenkels im Gesunden kommen Kniegelenksvereiterungen vor, die am besten durch suprakondyläre Amputation beseitigt werden.

#### Die Steckschüsse.

Die Steckschüsse namentlich in der Tibia mögen kurze Erwähnung finden. Handelt es sich um kleinste Splitter, deren Wunden überhaupt keinen Eingriff erfordern, oder um so zahlreiche, daß die Entfernung technisch nicht wohl möglich, so wird man abwarten. Haben sich aber namentlich größere Granatsplitter oder Schrapnellkugeln in die Knochen eingegraben, so wird ihre Entfernung doch einmal nötig, und deswegen halte ich es für zweckmäßig, wenn genaue röntgenographische Bestimmung möglich ist oder sie bei Verfolgung des Wundkanals leicht zu finden sind, sie bei der ersten Wundrevision mitzuentfernen, um Eiterungen, die von ihnen ausgehen können, vorzubeugen. Die Knochenränder des Bettes, in dem die Fremdkörper liegen, werden zweckmäßig dabei geglättet. Zum Beispiel habe ich bei einem Schuß durchs Kniegelenk, bei welchem die Schrapnellkugel die Tibia dann in der Längsrichtung noch ca. 5 cm weit durchdrungen hatte (vgl. Abb. 195 u. 196), wenige Stunden nach der Verletzung die Tibia über der Kugel aufgemeißelt und diese entfernt, um einer Eiterung vom Fremdkörper aus ins Kniegelenk hinein vorzubeugen, und zwar mit vollem Erfolg.

#### Prognose der Schußverletzungen der Unterschenkelknochen.

Nach GRAF (a. a. O.) starben von 100 an den Unterschenkelknochen Verwundeten im Amerikanischen Rebellionskriege 27,0, im Deutsch-Französischen Kriege 25,8, im Kriege der Amerikaner auf Kuba und den Philippinen (148 Fälle) 4,0, im Burenkriege (137 Fälle) 7,3, EXNER und HEYROWSKY (a. a. O.) behandelten im Balkankriege 67 Unterschenkelschußfrakturen, und zwar in 86,6% konservativ mit 0% Mortalität, 13,4% mit Amputation, von denen 20,2% starben. Die Gesamtmortalität von nur 2,9% ist z. T.

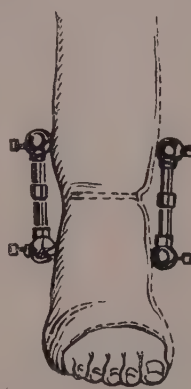


Abb. 190. Distraktionsklammern am Gipsphantom befestigt.

Man erkennt den zirkulären Spalt im Verband.

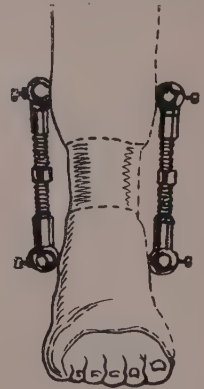


Abb. 191. Distraktionsklammern am Gipsphantom befestigt.

Durch Drehung der Gewindestäbe ist der Spalt zu weitem Klaffen gebracht.

deswegen so gering, weil es sich in über 65% der Fälle um Gewehrscüsse und dann um Beobachtungen in Heimatlazaretten handelte. Aus dem letzten Kriege liegen einheitliche Statistiken noch nicht vor. PETERMANN und HANKEN (a. a. O.) hatten bei 213 Schußfrakturen aller Gliedmaßen 27 Todesfälle (13%), und zwar bei Verletzungen durch Gewehr (83) 6 = 7%, Schrapnell (79) 11 = 14%, Granate (49) 10 = 20%, Revolver, Sturz vom Pferde (2) 0. 115 = 55% verliefen ohne wesentliche Störung, 67 = 31% hatten eitrige Sekretion, Fieber u. dgl., 19 starben. 31 = 14% wurden amputiert, 8 starben. PERTHES hatte in Heimatlazaretten 4,3% Mortalität bei 140 Unterschenkelschußfrakturen.

GUNDERMANN<sup>27)</sup> berichtet aus Gießen über 50 Unterschenkelschußfrakturen mit 3 Amputationen und 1 Todesfall infolge der gleichzeitigen Kopfverletzung. BÖHLER<sup>28)</sup> aus Bozen über 93 mit 1 Todesfall an Tetanus und ohne Amputation. SEIDEL berechnet 6,31% Mortalität bei Schußfrakturen der oberen Extremität gegenüber

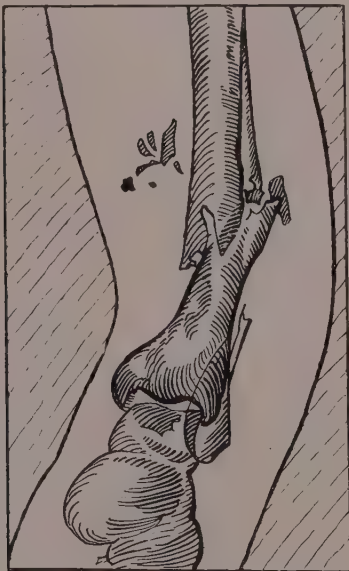


Abb. 192. Schußbruch beider Unterschenkelknochen.

Starke Dislokation der Fragmente mit Verkürzung des Unterschenkels.

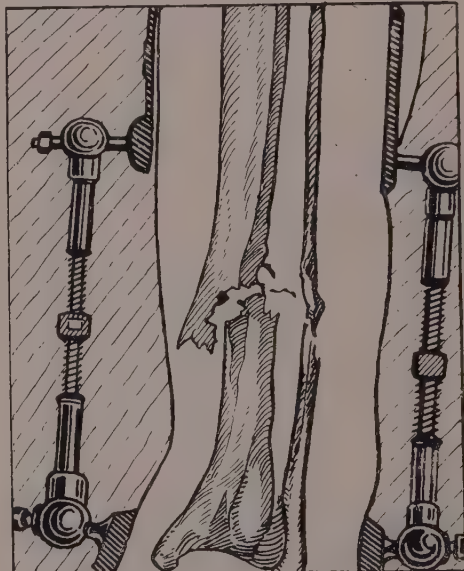


Abb. 193. Schußbruch beider Unterschenkelknochen im Distraktionsverband.

Die Bruchstücke werden gut reponiert gehalten, die Verkürzung ist ausgeglichen.

3,39% der Heimatlazarette von PERTHES. Dasselbe Verhältnis bei den Unterschenkeln vorausgesetzt, würden für Frontlazarette etwa 8% sich ergeben.

Um die wirkliche Mortalität kennenzulernen, müßte man logischerweise die Zahlen der Front- und Heimatlazarette addieren und würde also etwa 12% erhalten. — Sehr viel kommt es auch auf die äußeren Verhältnisse an: Kommen die Verwundeten schnell in geeignete chirurgische Behandlung, gelingt es fast alle Unterschenkelschußfrakturen am Leben zu erhalten, sind lange Transporte nötig, fordert namentlich die Gasphegmone viele Opfer an Glied und Leben. Die Heilung der Unterschenkelschußbrüche ist namentlich bei großen Weichteilwunden ziemlich langdauernd, man muß 3—12 Monate rechnen, im Durchschnitt etwa 6 Monate (vgl. FRANZ).

#### Schlecht geheilte Unterschenkelschußfrakturen.

Schlecht geheilte Unterschenkelschußfrakturen können durch Korrektur gebessert werden, sei es durch Osteotomie, sei es durch Osteoklase. Wegen der Gefahr, daß die Infektion wieder aufflackert, hat man derartige Eingriffe meist nicht

zu früh vorgenommen. Bei Fällen, die ohne Eiterung geheilt sind, hat PERTHES (a. a. O.) von vorsichtiger Infraktion keinen Schaden gesehen, sonst hat er sich zur Regel gemacht, korrigierende Operationen nur dann vorzunehmen, wenn die Stelle der Verletzung 3 Monate nach völligem Sistieren der Eiterung absolut reaktionslos erscheint, aber die Operation abzubrechen, sobald beim Aufschneiden in dem Gewebe noch Spuren von Granulationsgewebe gefunden werden.

Das ist zweifellos am sichersten. Als Nachteil ist dieser Methode zur Last zu legen, daß die Heilung oft sehr lange auf sich warten läßt und inzwischen die Muskeln und Knochen sehr atrophisch werden, die Gelenke sehr versteifen können, daß andererseits auch längere Zeit nach erfolgter Heilung in der Tiefe Eiter- oder Granulationsherde doch noch vorgefunden werden.

In geeigneten Fällen wird man daher auch vor völliger Heilung osteotomieren; die Wunde aber ganz offen lassen und den Eingriff möglichst einfach gestalten.



Abb. 194. Schußbruch des Schienbeines beider Unterschenkel in Distraktionsverbänden. Rechts: mit Fensterung, links: mit Überbrückung.

#### Verzögerte Konsolidation.

Verzögerte Konsolidation kann durch lange Eiterung, Sequesterbildung, Interposition von Fremdkörpern oder Weichteilen, zu lange dauernde Extension bedingt sein. Der Röntgenapparat wird helfen, Aufklärung zu bringen. Liegt keine



Abb. 195.



Abb. 196.

Abb. 195 u. 196. Schrapnellsteckschuß der Tibia mit Durchschuß des Kniegelenks. Ausmeißelung. Heilung. (S. 325 unten.).



Indikation zu chirurgischem Eingriff vor, genügt oft ein Gipsverband (womöglich zum Gehen eingerichtet), um Heilung zu bringen, unter Umständen mit Fenster an der Bruchstelle und gleichzeitiger Stauung.

#### **Pseudarthrosen.**

Pseudarthrosen am Unterschenkel nach Schußfrakturen sind außerordentlich selten. GULEKE hatte unter 33 nur 1 Unterschenkelpseudarthrose, PERTHES unter 18 keine bei 1049 Schußfrakturen überhaupt. Ich selber kann mich nicht entsinnen, unter den unendlich vielen behandelten Unterschenkelschußfrakturen eine Pseudarthrose beobachtet zu haben. Es ist das nicht wunderbar, da die häufig ausgedehnte Splitterung — sofern nicht zu radikale chirurgische Eingriffe geschehen oder schwere Eiterungen Nekrosen verursachen — die Kallusbildung nicht unwesentlich fördert und bei zu schweren Zertrümmerungen oder Komplikationen mit Recht die Amputation vorgenommen sein wird. Nur wenn ein ganzes Stück Knochen mit Periost aus der Tibia herausgerissen ist — GRAF bildet S. 553 einen solchen Fall ab —, ist eine Pseudarthrose unabweisbar.

Über die Behandlung der Pseudarthrose wird anderen Ortes ausführlich berichtet, hier sei nur erwähnt, daß es bezüglich des Zeitpunktes der Operation ebenso liegt wie bei den Osteotomien. Während viele Chirurgen den sicheren Weg, wie PERTHES ihn beschreibt, vorziehen, wagen andere die Operation auch noch bei bestehenden Fisteln, um Zeit zu sparen. Wie dort sind dann jedenfalls einfache Methoden zu wählen (z. B. keine Knochentransplantationen, welche sich nur für abgeheilte, aseptische Fälle eignen) und die Wunden offen zu lassen.

#### **Refrakturen.**

Refrakturen des Unterschenkels habe ich nie gesehen. HOLLÄNDER (Berl. Klin. W. 1915 Nr. 31) beschreibt einen Fall, noch dazu mit Fraktur handbreit unter dem Kniegelenk. Hat man bezüglich der Festigkeit des Kallus Bedenken, empfiehlt es sich, vorläufig einen Schienentiefel tragen zu lassen, welcher auch zu verordnen ist bei schlechter Stellung des Fußes, am besten mit Plattfüßeinlage.

#### **Knochenfisteln.**

Knochenfisteln bleiben auch am Unterschenkel sehr häufig zurück. Oft sind es mitgerissene Fremdkörper, steckengebliebene Geschosse selber oder meist nekrotisch gewordene Knochensplitter (Sequester), welche die Eiterung unterhalten, oder es bestehen Höhlen im Knochen, welche sich später nicht schließen können. In zwei Ebenen aufgenommene und unter Umständen in Zwischenräumen wiederholte Röntgenbilder werden die Sachlage klären und die Indikation zum Eingriff bestimmen helfen. Fremdkörper sind natürlich möglichst bald (in der Regel am besten schon bei der ersten Wundrevision) zu entfernen, Sequester erst, wenn die Fraktur sicher geheilt ist. Die Eingriffe sind möglichst schonend zu gestalten, zur besseren Übersicht am besten in Blutleere. Die „guten“ Granulationen läßt man am besten unberührt (KLAPP<sup>29</sup>), KARL<sup>30</sup>), ELS<sup>31</sup>), BÖHLER<sup>32</sup>) u. a.), kleinere Knochenhöhlen heilen dann meist aus, mit und ohne Tamponade, Plombierungen, Blutschorf, größere — namentlich in den Epiphysen — machen mehr Schwierigkeiten und können größere Eingriffe verlangen, wie muldenförmige Abflachung der Knochenränder, Einschlagen von Hautlappen (evtl. mit Annageln), auch in Verbindung mit Muskel- oder Fettlappen. Näheres siehe bei PERTHES a. a. O., AXHAUSEN<sup>33</sup>) und v. TAPPEINER<sup>34</sup>), welcher letzterer ein sehr ausführliches Referat über die ganze Frage und die einschlägige Literatur gibt.

#### **Endergebnisse.**

Über Endergebnisse bei den Knochenschüssen des Unterschenkels liegen meines Wissens nur in der wichtigen Arbeit von PERTHES Mitteilungen vor. Vergleichsweise seien die Zahlen für Ober- und Vorderarm und Oberschenkel mitangeführt:

Knochenschüsse bei den Ersatztruppenteilen	Gesamtzahl	Kriegs- verwendungs- fähig	Garnisondienst- oder arbeits- verwendungs- fähig	Dienst- unbrauchbar
Oberarm . . . . .	649	30,4%	29,0%	39,7%
Vorderarm . . . . .	474	34,4%	35,9%	29,7%
Oberschenkel . . . . .	619	20,7%	38,1%	41,2%
<b>Unterschenkel . . . . .</b>	<b>505</b>	<b>30,5%</b>	<b>35,6%</b>	<b>33,9%</b>

Die Ergebnisse schon aus dem ersten Drittel des Krieges sind also nicht ungünstig. Ich möchte glauben, daß sie mit der Zeit und zunehmender Erfahrung noch besser geworden sind und bin überzeugt, daß sie noch wesentlich besser sein werden, wenn all die oben gegebenen Regeln allgemein befolgt werden.

### Schußverletzungen des Fußes.

Die Verwundungen der Fußgelenke werden an anderer Stelle beschrieben. GRAF bringt über die Schußverletzungen des Fußes folgende Tabellen:

Auf 100 in Behandlung gelangte Verwundungen kamen

	Verwun- dungen des Fußes	davon starben (auf 100)
im Deutsch-Französischen Kriege . . . . .	10,9	2,6
im Kriege der Amerikaner auf Kuba und den Philippinen . . . . .	7,3	0,9

Auf 100 in Behandlung gelangte Verwundungen kamen

	Weichteil- wunden	davon starben (auf 100)	Knochen- wunden	davon starben (auf 100)
im Deutsch-Französischen Kriege. . . . .	90,9	1,7	9,1	11,9
im Kriege der Amerikaner. . . . .	59,2	0,8	40,8	1,1

Aus dem letzten Kriege liegen Zahlen noch nicht vor, wie denn überhaupt Mitteilungen über Fußverletzungen sehr spärlich sind. Allgemein wird, wie früher schon, darauf aufmerksam gemacht, daß gerade die Fußverletzungen ähnlich wie die des Unterschenkels oder noch mehr zur Infektion neigen. Der unvermeidbare Schmutz, wenigstens der Fußbedeckungen, gibt die Erklärung dafür, hinzu kommen als ungünstige Momente die schlechten Zirkulationsverhältnisse des Fußes (namentlich im Winter und Herbst in den nassen Schützengräben), welche ja auch die Erfrierungen so begünstigen, weiterhin die schädlichen Bewegungen. Bei anscheinend leichten Verletzungen lassen die Verwundeten sich nicht abhalten — im Bestreben, möglichst bald nach rückwärts zu kommen —, unter Umständen noch weite Märsche zu machen (so sah ich einen Soldaten, der mit einem Querschuß durch den vorderen Teil des Fußes (englisches Infanteriegeschöß) noch  $1\frac{1}{2}$  Tage marschiert war und sogar ohne Schaden).

Naturgemäß ist gerade bei Fußverletzungen wegen der immer bestehenden Erdschmutzung Tetanusinfektion zu befürchten und dementsprechend durch frühzeitigste und genügend oft wiederholte Immunisierung dieser Komplikation vorzubeugen.

Wegen der Erdbeschmutzung des Fußes ist bei seinen Verwundungen auch die Gasphegmone häufig, zumal bei gleichzeitigen Gefäßverletzungen, obgleich man

a priori glauben sollte, daß sie im Fuß mit seiner relativ geringen Muskulatur weniger leicht entstände, wo sie sich sonst doch gerade in voluminösen Muskelmassen zu entwickeln pflegt.

Besonders häufig und wichtig sind die eitrigen Phlegmonen und Abszesse, welche namentlich an der Fußsohle nicht selten durch die Fascia plantaris verdeckt werden.

Nicht selten sind gleichzeitig beide Füße verletzt. Das Geschloß kann zwischen zwei Metatarsalknochen den Fuß durchdringen, ohne Knochen zu verletzen.



Abb. 197. Granatlochschuß des Kalkaneus mit Fußgelenkvereiterung.

Die Sehnen können angerissen, durchtrennt sein oder auch ein Stück aus ihnen herausgerissen sein. Bei der Achillessehne kommen Lochschüsse vor (vgl. GRAF, Abb. 177), aber auch Querabtrennungen.

Von den Gefäßen kommt die Art. dorsalis pedis, die Plantaris medialis und lateralis in Betracht.

Verblutungen aus ihnen sind wohl nicht beobachtet worden, immerhin schwere Blutungen (KÖNIG, a. a. O.), die mitunter gefährlich werden können.

Bei mehrfacher Gefäßzerreißung, bei großen Blutergüssen, welche die nichtver-

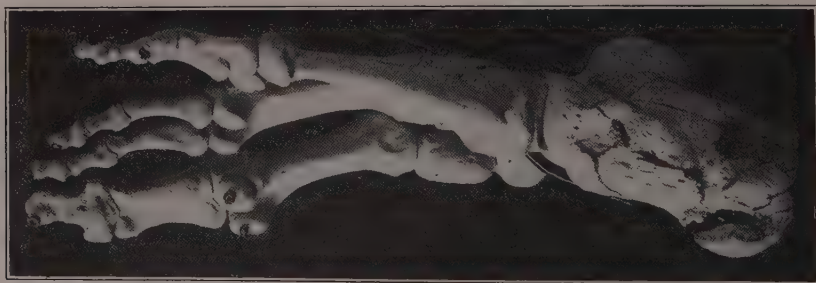


Abb. 198. Frische Granatverletzung des Kalkaneus.

letzten Gefäße komprimieren, besteht Gangrängefahr, namentlich wenn Abschnürungen oder fehlende Hochlagerung hinzukommen.

#### Knochenschüsse.

Die Knochenschüsse des Fußes sind sehr häufig geworden im Verhältnis zu den reinen Weichteilwunden, weil die Durchschlagskraft der modernen Geschosse meist ausreicht, nicht nur die Weichteile, sondern auch die Knochen zu durchdringen. Die Fußknochenschüsse sind deswegen von besonderer Bedeutung, weil so häufig die Fußgelenke mitverletzt sind oder die Eiterung von den Knochen aus sich auf sie fortsetzt.

In den spongiosareichen Knochen des Fußes sind reine Loch- und Rinnenschüsse nicht selten. Abb. 197 zeigt ein großes Loch im Kalkaneus, Abb. 198 eine ausgedehnte





Abb. 199. Granatsplitterverletzung am rechten Fuß und Unterschenkel mit Fissuren. Amputation.



Abb. 200. Lochschuß des Würfelbeines.

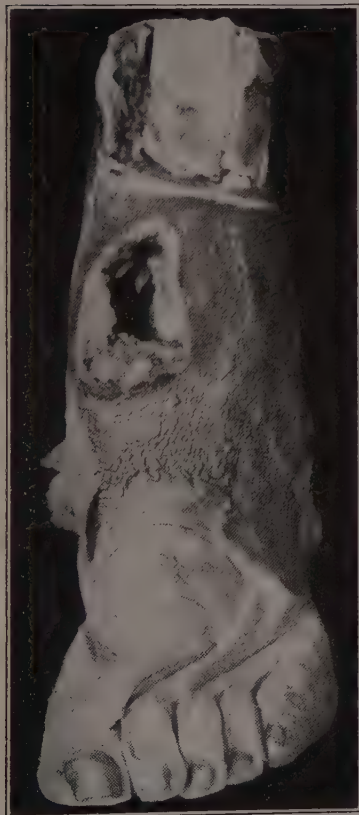


Abb. 201. Granatverletzung des linken Fußes. Einschuß. Amputation 16 Tage nach der Verletzung.



Abb. 202. Granatverletzung des linken Fußes. Ausschuß.

Zertrümmierung desselben. Bei den letzten Unruhen beobachtete ich eine Durchlöcherung desselben Knochens ohne erkennbare Splitterung auf dem Röntgenbild. Das Infanteriegeschloß lag in den Weichteilen der Innenseite und wurde bei der ersten Wundversorgung entfernt. Glatte Heilung.

GRAF bildet in Abb. 175 einen Lochschuß des Talus, in Abb. 177 einen solchen des Kalkaneus ab. Abb. 200 zeigt einen Lochschuß des Würfelbeines,

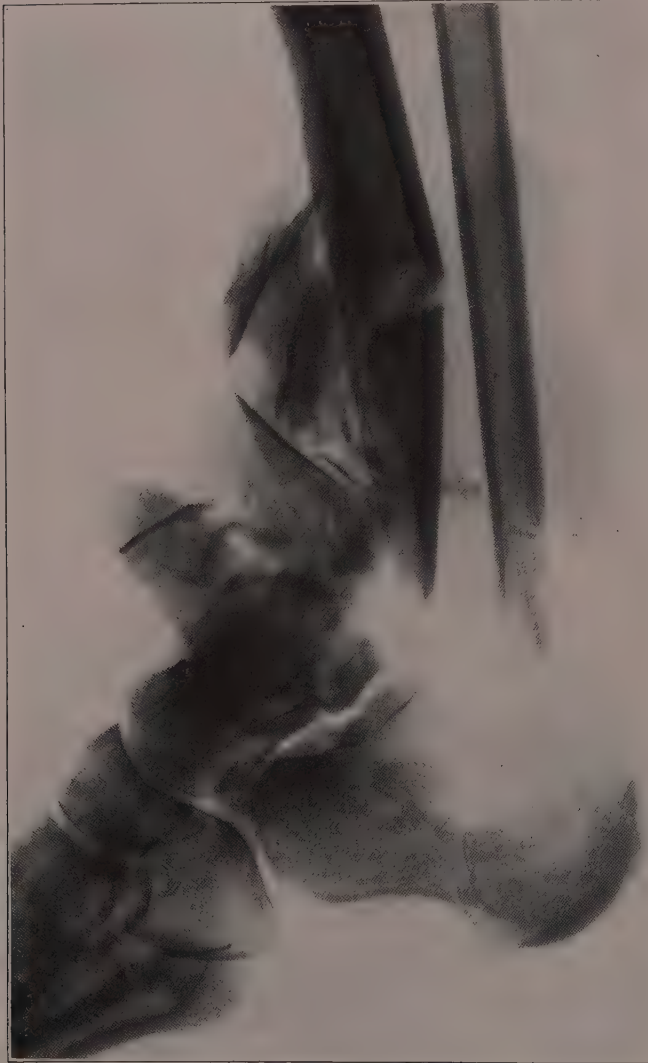


Abb. 203. Röntgenbild zu Abb. 201 u. 202.

Abb. 199, 201—207 ausgedehnte Verletzungen des Fußes und Unterschenkels.

Die unregelmäßigen, oft klobigen Granatsplitter bleiben nicht selten als Steckschüsse stecken und bedingen gerade im Fersenbein große Zertrümmierungen mit ausgedehnter Splitterung. König (a. a. O.) beobachtete zwei Fälle, bei denen der Kalkaneuskörper von hinten nach vorne gespalten war, so daß ein oberes und ein unteres Fragment entstand, von welchen das erstere durch den Zug der Achillessehne nach hinten oben disloziert wurde.

Abb. 208 u. 209 zeigen von den letzten Unruhen einen Granatsplittersteckschuß im Talus.

Der Splitter war von hinten in die Achillessehne eingedrungen. Wenige Stunden nach der Verletzung Spaltung des Schußkanals, Ausmeißelung des sehr festsitzenden Splitters, bei dessen Freilegung sowohl das Talo-calcaneus wie das Talo-crural-Gelenk eröffnet wurde. Vernähung der Gelenkkapselwunden und der großen Operationswunde, Drainage des Einschusses. Glatte Heilung mit guter Beweglichkeit.

Auch Gewehrscüsse können erhebliche Zertrümmierungen anrichten, so zeigt

Abb. 211 (s. u.) den Fuß eines Fliegeroffiziers mit Maschinengewehrverletzung. Das Geschloß hatte den Fuß von hinten nach vorn durchsetzt und Kalkaneus, Talus, Navikulare völlig zertrümmert bei kleinem Ein- und Ausschuß. Bei den Metatarsalknochen kommen außer Quer- und Schrägbrüchen (vgl. Abb. 210) Zertrümmierungen eines oder mehrerer Knochen vor und andererseits auch Lochschüsse, selbst in der Diaphyse (vgl. Abb. 180 bei GRAF). Zertrümmierungen der Phalangen kommen zur Beobachtung sowohl bei Schüssen quer von einer Seite zur anderen, wie von oben nach unten (bzw. umgekehrt).

**Behandlung.**

Die Behandlung ist im Prinzip dieselbe wie bei den Schußverletzungen des Unterschenkels. Glatte Durchschüsse mit kleinem Ein- und Ausschuß werden — wenn kein größeres Hämatom auf Verletzung eines größeren Gefäßes hinweist — konservativ behandelt.

Bei Gefäßverletzungen ist Freilegung und doppelte Unterbindung anzuraten. Handelt es sich bei Steckschüssen um kleinere Splitter, kann man auch abwarten, bei größeren ist möglichst nach vorheriger Röntgenaufnahme in zwei Ebenen die oben beschriebene Wundversorgung vorzunehmen, um schwereren Eiterungen,



Abb. 204. Zertrümmerung des rechten Fußes und Unterschenkels durch Fliegerbombe.

(Unterschenkel operativ abgesetzt.)



Abb. 205. Röntgenbild zu Abb. 204.

Gasphlegmonen vorzubeugen. Bei großen, klaffenden Wunden mit ausgedehnten Zerreißen der Weichteile und Knochenzertrümmerungen wird man bei der ersten Wundversorgung überlegen müssen, ob nicht besser sofort eine Amputation oder Exartikulation auszuführen ist. Solange noch keine Eiterung vorhanden ist, kommt man noch mit einem Chopart oder Pirogoff aus. Ist die Eiterung aber auf die Gelenke übergegangen und vor allem in die Sehnenscheiden hochgekrochen, ist der Fuß gangränös geworden oder hat sich gar eine Gasgangrän entwickelt, muß man im Unterschenkel amputieren, wenn nicht noch höher. Bei den frischen Verletzungen kommen die Operationen nach LISFRANC, CHOPART, PIROGOFF und SYME in Betracht, unter Umständen mit Modifikationen, die dem Einzelfall angepaßt sind. Leicht wird





Abb. 206.



Abb. 207.

Abb. 206 u. 207. Handgranatenverletzung des Unterschenkels und Fußes.

man sich zur Exartikulation einzelner Zehen entschließen. Grundsätzlich vermeide man nach allen Amputationen und Exartikulationen jede — auch „Situations“ — Naht.

Besonders muß auf die Behandlung der Eiterungen hingewiesen werden. Unter der Plantarfaszie (zwischen ihr und den Knochen) liegende Eiterherde werden oft erst spät entdeckt und verbreiten sich leicht in der Zwischenzeit entlang den Sehnenscheiden oder infizieren die Gelenke. Ausgiebige frühzeitige Inzisionen müssen dies zu verhindern suchen. Ich habe mich bemüht, die Narben an der Fußsohle zu vermeiden und deswegen die Inzisionen möglichst am äußeren und inneren Fußrand angelegt. KÖNIG empfiehlt lange Inzisionen, wie zur Freilegung der Art. plant. medialis und lateralis (vgl. seine Abb. 482), FRANZ (a. a. O.) einen T-Schnitt.

Bei Knochenverletzungen kommt es auch wieder darauf an, ob bei kleinem Ein- und Ausschuß aseptischer Verlauf oder bei großen Defekten der Haut sichere



Abb. 208.



Abb. 209.

Abb. 208 u. 209. Granatsplittersteckschuß des Talus (S. 332).

Eiterung zu erwarten ist. Im ersten Fall wird man zuwarten können, im zweiten — wie oben beschrieben — die Wundversorgung vornehmen, ebenso bei Steckschüssen größeren Kalibers die Projektile entfernen, wie in dem oben beschriebenen Falle von Talusverletzung. Bei diesen Operationen findet man oft die Gelenke eröffnet oder gelegentlich läßt es sich nicht vermeiden, sie zu eröffnen. Sind die Gelenkflächen intakt, das Gelenk noch nicht infiziert, so schließt man möglichst die Kapsel durch Naht, evtl. nach vorheriger Spülung. Sind die Knochen stark zertrümmert, so werden die losen Stücke entfernt, Höhlen, z. B. im Kalkaneus, werden möglichst durch Abmeißeln der Ränder abgeflacht; es kann zu atypischen Resektionen kommen. Das ist auch der Fall bei den zuerst konservativ behandelten Fällen, welche bei späterer Eiterung zu chirurgischen Eingriffen Veranlassung geben. Von vielen führe ich nur ein Beispiel von dem vorher erwähnten Fall (Abb. 211) an.

Da allmählich höhere Temperaturen auftraten, aus beiden Wunden sich reichlich Eiter entleerte und aus der hinteren auch ein nekrotisches Knochenstück, Königscher Resektionsschnitt, auf welchen von der inneren Knöchelspitze noch ein Schnitt nach hinten über die Ferse gesetzt wird. Ausräumung der ganz zertrümmerten und vereiterten Tarsalknochen (Talus, Kalkaneus, Naviculare und z. T. der Kuneiformia). Absägung der Tibia und Fibula. Peroneussehnen sind schon nekrotisch.



Abb. 210. Schußbruch der Mittelfußknochen.

schnitt über den Fuß die Zertrümmerungshöhlen freigelegt, die zertrümmerten Knochen reseziert und nun den Fuß in starker Spitzfußstellung verbunden, ein Verfahren, ähnlich der temporären Aufklappung des Lisfrancschen Gelenkes nach DELBET (vgl. Abb. 776 bei BORCHARDT im Handbuch der prakt. Chirurgie). Der Fuß konnte in allen Fällen erhalten bleiben.



Abb. 211. Gewehrscuß von hinten nach vorn.

Der Sinn war der, daß die Sägefläche der Unterschenkelknochen sich auf die feste Sohlenhaut stützen sollte. Überlegt wurde, ob eine Mikulicz-Wladimiroffsche Operation möglich sei, aber in Rücksicht auf die Eiterung von ihr Abstand genommen. Schnelle Heilung, welche dem Patienten gestattete, in der Heimat wieder als Fliegerausbildungsoffizier tätig zu sein.

Abb. 212 u. 213 zeigen  $2\frac{3}{4}$  Jahre nach der Verwundung, daß sich die Unterschenkelknochen nicht nur auf die Sohlenhaut bzw. das wiedergebildete Rudiment von Kalkaneus, sondern auch auf das Kuboides stützt. Der Fuß steht nach dem mitgeschickten ärztlichen Bericht in leichter Klumpfußstellung (Folge der Nekrose der Peronealsehnen), kann gegenüber dem Unterschenkel um ca.  $25^\circ$  bewegt werden. Die Wade ist links  $2\frac{1}{2}$  cm schwächer an Umfang gegen rechts, aber Herr F. geht mit orthopädischem Stiefel „vollständig frei und sicher, kaum merklich hinkend“.

Diese Operation habe ich bisher nur einmal ausgeführt, sie ist für geeignete Fälle zweifellos außerordentlich empfehlenswert (vgl. den Abschnitt „Resectio tibio calcanea“ bei KLAPP in der chirurgischen Operationslehre von BIER, BRAUN und KÜMMEL und PETERSEN in D. Chir. Bd. 29a).

Bei Querschüssen durch den Vorderfuß kommt es zuweilen zu schweren Eiterungen mit hohem Fieber. Ich habe einige Male mit Erfolg durch dorsalen Quer-

Bei allen Verletzungen der unteren Extremität muß von vornherein darauf geachtet werden, daß ein Spitzfuß vermieden wird. Durch zweckmäßige Schienung, bei Extension durch Anlegen eines Heftpflasters oder Mastisolstreifens (oder Trikotschlauches) am Fuß und entsprechender Befestigung desselben z. B. an der Braunschen Schiene verhindert man die schlechte Stellung. Tritt ein Patient mit Spitzfuß in Behandlung, versucht man denselben



durch „modellierendes Redressement“ — evtl. in Narkose — zu korrigieren; gelingt das nicht, kann die Tenotomie der Achillessehne nötig werden, Knochenoperationen kommen nur in veralteten und schwersten Fällen in Betracht.

Ebenso ist frühzeitig Vorsorge zu treffen, daß kein Plattfuß entsteht. Möglichst sofort ist bei jedem Verband auf Supinationsstellung des Fußes zu achten. Wenn die Patienten wieder aufstehen, ist für viele das Tragen von gut modellierten Plattfüßeinlagen zweckmäßig, für schwerere Fälle außerdem das Tragen von seitlichen Schienen.

Diese sind auch geeignet, Refrakturen bei Unterschenkelfrakturen zu verhüten.

Ebensowenig darf natürlich ein Klumpfuß entstehen, wie er sich leicht bei Durchtrennung oder späterer Nekrose der Peronealsehnen ausbildet (vgl. Abb. 483 bei KÖNIG).

Für die Knochenfisteln gilt dasselbe wie beim Unterschenkel. Röntgenbilder geben über das Vorhandensein von Fremdkörpern und Sequestern Aufschluß. Sie sind natürlich in erster Linie zu entfernen.

Größere Höhlen, deren Schließung Schwierigkeit macht, werden besonders am Kalkaneus beobachtet. Hier können Plastiken nötig werden, z. B. das Hineinschlagen eines Hautlappens vom anderen Bein, wie es z. B. AXHAUSEN (a. a. O.) in Abb. 14 abbildet (vgl. auch R. WOLF, Archiv für Klin. Chirurgie 113, 4).

Im allgemeinen ist wohl auf die Stellung der Zehen zu wenig geachtet worden. Durch schlechte Stellung des Fußes im Verband, besonders nach Schußverletzungen und -nekrosen, kommen Kontrakturen der Zehen zustande, welche später den Patienten beim Gehen und Auftreten sehr stören können, ja auch das Anziehen und Tragen von Stiefeln erschweren.

Je früher gegen solche schlechten Stellungen eingeschritten wird, desto besser der Erfolg. Gute Verbände, möglichst frühzeitige Bewegungen, heiße Bäder, Massagen, wenn nötig, Extensionen

mit Heftpflaster oder Mastisol, kleinen Schmerzschonklammern oder Klappschem Faden durch die Zehenkuppen sind zu verwenden. Bei ausgebildeter, irreparabler Kontraktur eines oder einzelner Zehen kommt die Exartikulation in Betracht.

Zum Schlusse muß wiederum noch nachdrücklichst darauf hingewiesen



Abb. 212.

(Zu Abb. 211 nach der Heilung.)

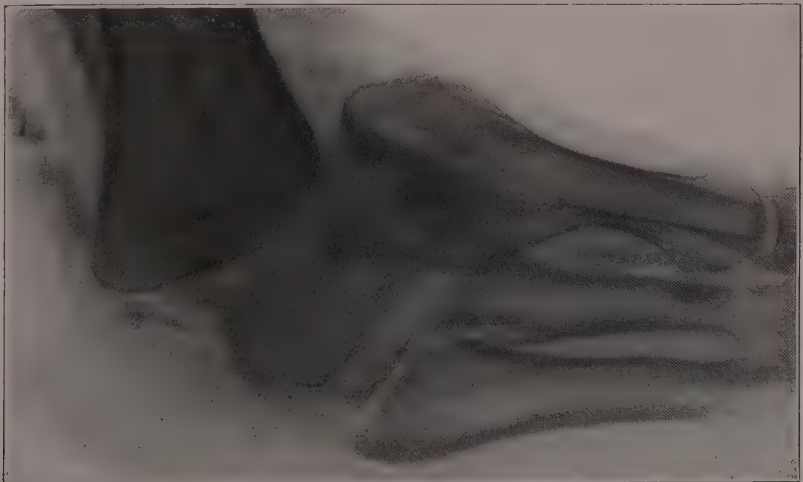


Abb. 213. Röntgenbild von Abb. 212.

werden, daß man nicht nur Heilung der Schußwunden erstreben, sondern möglichst vollkommen die Funktion des Gliedes wiederherstellen muß. Nach meinen Erfahrungen (siehe auch BÖHLER<sup>25</sup>) ist dagegen oft gesündigt worden. Solange die Gefahr der fortschreitenden Eiterung, der Gasphegmone besteht, ist natürlich Ruhe und Hochlagerung zu fordern\*). Doch muß dabei schon durch Fixation in richtiger Stellung des Gliedes — das Knie leicht gebeugt, der Fuß in rechtwinkliger Supinationsstellung —, durch Beschränkung der Fixation auf die beiden der Verletzung benachbarten Gelenke, durch Ausgleichung von Dislokationen, durch Extension für spätere gute Funktion Sorge getragen werden. Ein weniger anatomisch gut verheilter Bruch mit guter Funktion der Muskeln und Gelenke ist für den Patienten vorteilhafter, als ein anatomisch vollkommen geheilter mit atrophischer Muskulatur und steifen Gelenken.

Ist die Gefahr der Komplikationen vorüber, muß durch vorsichtige Bewegungen, durch Änderung der Lage, durch Massage, durch protrahierte Bäder, Elektrisieren, Gehverbände, welche öfters zu wechseln sind, verhindert werden, daß ein steifes atrophisches Glied resultiert. Nach Abnahme der Gipsverbände sollen Gehübungen nicht in Verbänden und in Pantoffeln, sondern in Schnürstiefeln vorgenommen werden. In allen zweifelhaften Fällen sind seitliche Schienen (bis zum Knie) und Plattfußeinlagen, wie sie FRANZ KÖNIG weitgehend für die Friedensverletzungen anwandte, auch für die Schußverletzungen des Unterschenkels und Fußes zu empfehlen.

#### Literatur.

- <sup>1)</sup> GRAF u. HILDEBRANDT, Die Verwund. durch d. mod. Kriegsfeuerwaffen II. Bibliothek von Coler 1907.
- <sup>2)</sup> PETERMANN und HANKEN, Über Extremitätenverletzungen usw. Med. Klin. 1915 Nr. 5.
- <sup>3)</sup> SEIDEL, Die Schußverletzungen der oberen Extremität. Ergebn. d. Chir. u. Orth. 1918 Bd. 10.
- <sup>4)</sup> FLÖRCKEN, Hitzeschädigungen (Verbrennungen) im Kriege. Ergebn. d. Chir. u. Orth. 1920.
- <sup>5)</sup> KÜTTNER, Kriegschirurgische Erfahrungen a. d. Südafrikanischen Kriege 1899/1900. Tübingen 1900.
- <sup>6)</sup> FRIEDRICH, M. Med. W. 1914 Nr. 48.
- <sup>7)</sup> GOLDAMMER, Bruns Beitr. Bd. 91.
- <sup>8)</sup> OTTO, D. militärärztl. Zeitschr. 1914 Nr. 10.
- <sup>9)</sup> COENEN, Bruns Beitr. Bd. 91.
- <sup>10)</sup> SENGER, Wadenschüsse. D. Med. W. 1914.
- <sup>11)</sup> REHN, Über den Steckschuß und seine primäre Behandlung. Bruns Beitr. 1917 Bd. 106.
- <sup>12)</sup> HAAS, Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 44.
- <sup>13)</sup> PERTHES, Behandlung der Schußfrakturen. Bruns Beitr. Bd. 98.
- <sup>14)</sup> EXNER, Kriegschirurgie in den Balkankriegen 1912/13. Neue D. Chir. 14. Stuttgart 1915.
- <sup>15)</sup> SCHJERNING, v., THÖLE, Voss, Die Schußverletzungen, 2. Aufl. (Franz u. Oertel), Fortschr. d. Röntgenstr. Hamburg 1913.
- <sup>16)</sup> PAYR, Kriegschirurgen tagung zu Brüssel 1915. Bruns Beitr. Bd. 96.
- <sup>17)</sup> MARTENS, Kriegschirurg. Merkblatt, 3. Aufl. 1918.
- <sup>18)</sup> THÖLE, Behandlung der Schußbrüche im Felde. Bruns Beitr. 1916 Bd. 100.
- <sup>19)</sup> GOLDAMMER, Kriegschirurgen tagung zu Brüssel 1915.
- <sup>20)</sup> MARTENS, Gasphegmonen im Röntgenbilde. Berl. Klin. W. 1915 Nr. 29.
- <sup>21)</sup> RITTER, Die Amputation und Exartikulation im Kriege. Ergebn. d. Chir. u. Orth. 1920 Bd. 12.
- <sup>22)</sup> HUFSCHEID und ECKERT, Primäre Wundexzision und Naht. Bruns Beitr. 1917 Bd. 106.
- <sup>23)</sup> NORDMANN, D. Med. W. 1920 Nr. 4.
- <sup>24)</sup> GULEKE, Bruns Beitr. Bd. 98.
- <sup>25)</sup> Bruns Beitr. Bd. 105.
- <sup>26)</sup> HACKENBRUCH, Behandlung der Knochenbrüche mit Distraktionsklammern. Wiesbaden 1919 und die daselbst angegebene Literatur.
- <sup>27)</sup> GUNDERMANN, Bruns Beitr. Bd. 97 H. 5.
- <sup>28)</sup> BÖHLER, M. Med. W. 1918 Nr. 3.
- <sup>29)</sup> KLAPP, M. Med. W. 1915 Nr. 49.
- <sup>30)</sup> KARL, D. Zeitschr. f. Chir. Nr. 136 u. 142.
- <sup>31)</sup> ELS, Bruns Beitr. Bd. 105 Nr. 5.
- <sup>32)</sup> BÖHLER, M. Med. W. 1917 Nr. 51.
- <sup>33)</sup> AXHAUSEN, Therap. Monatshefte 1916.
- <sup>34)</sup> v. TAPPEINER, Die Knochenfistel nach Schußverletzung und ihre Behandlung. Ergebn. d. Chir. u. Orth. 1920 Bd. 12.
- <sup>35)</sup> BÖHLER, Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 74.

\*) Ich sah einen Engländer mit gut granulierendem Oberarmstumpf etwa 14 Tage nach der Amputation sportsmäßig Übungen mit dem Stumpf machen, damit „keine Versteifung eintrete“. Trotz sofortigen Untersagens dieser wilden Bewegungen, Schienung, Alkoholverbände und Bettruhe entstand rapid eine foudroyante Gasphegmone, welche in wenigen Stunden zum Tode führte.

## VIII. Die Schußverletzungen der Gelenke.

Von Prof. Dr. HERMANN KÜTTNER in Breslau,  
Marine-Obergeneralarzt à la suite, ord. Professor der Chirurgie.

Im Kriege beratender Chirurg  
und

Prof. Dr. FELIX LANDOIS in Berlin,  
Dirigierender Arzt der chirurgischen Abteilung des Elisabethkrankenhauses.  
Im Kriege Stabsarzt d. Res. in einem Feldlazarett.

Mit 22 Abbildungen im Text.

### A. Allgemeiner Teil.

#### 1. Die Formen der Gelenkschußwunden.

Die Schußverletzungen der Gelenke zeigen ein sehr mannigfaltiges Bild, welches abhängig ist von der Art des Projektils und dem Grade der Knochenzerstörung. AXHAUSEN<sup>1)</sup> hat eine zweckmäßige Einteilung der Gelenkschüsse gegeben, die wir unserer Arbeit zugrunde legen. Es sind zu unterscheiden:

##### I. Einfache Schüsse.

- a) Der Durchschuß.
  - 1. Der Glattgeschoßdurchschuß.
  - 2. Der Rauheschoßdurchschuß.
- b) Der Tangentialschuß.
  - 1. Der Rinnenschuß.
  - 2. Die breite Aufpflügung.
- c) Der Steckschuß.
  - 1. Der Glattgeschoßsteckschuß.
  - 2. Der Rauheschoßsteckschuß.

##### II. Trümmerschüsse (einschl. Trümmersteckschüsse).

- 1. Der intraartikuläre Trümmerschuß.
- 2. Der extraartikuläre Trümmerschuß mit intraartikulärer Fissur.
- 3. Der kombinierte Trümmerschuß.

„Einfache Schüsse“ nennt AXHAUSEN solche, bei denen jede Knochenverletzung fehlt oder der Knochen nur einfach durchbohrt ist. Bei den „Trümmerschüssen“ sind die Gelenkknochen in größere oder kleinere Fragmente zerlegt, und die Gelenkkapsel ist weit aufgerissen.

Wichtig ist die Unterscheidung zwischen Rauh- und Glattgeschoßwunden, weil die Prognose dieser Schußverletzungen eine verschiedene ist. Unter Rauheschossen versteht AXHAUSEN Granat-, Handgranat-, Minen- und Fliegerbombensplitter, unter Glattgeschossen Infanterie-, Pistolen-, Revolverprojekteile und Schrapnellfüllkugeln.



Das Rauhgeschloß bringt Schmutz und Tuchfetzen in die Wunde und erzeugt häufiger als das Glattgeschloß schwere Infektionen.

An das Vorkommen von Kontur- oder Ringelschüssen der Gelenke glaubt wohl heute kein Chirurg mehr. Von den älteren Kriegschirurgen sind sie als besonderer Verletzungstyp geführt worden.

Die Einzelheiten der verschiedenen Gelenkverletzungen werden im speziellen Teil bei jedem Gelenk gesondert besprochen werden.

Die **Diagnose** einer Gelenkverletzung ist in vielen Fällen leicht, in anderen sehr schwer. Besonders schwierig ist sie am Hüftgelenk, das von mächtigen Muskelmassen umgeben ist. Aber auch an den anderen Gelenken ist sie oft vor der Operation nicht mit Sicherheit zu stellen, denn Schwellung, Schmerzhaftigkeit mit Funktionsbeschränkung, Schußrichtung, ja selbst das Röntgenbild können täuschen.

Deswegen ist es wichtig, daß man bei einer notwendig werdenden Wundversorgung unter allen Umständen den Schußkanal bis zur Gelenkkapsel verfolgt. In Fällen, in denen man seiner Sache trotz einer sorgfältigen Präparation des Schußkanales nicht sicher ist, empfiehlt es sich nach LANDOIS, von der gesunden Seite her mit einem Troikart das Gelenk zu punktieren und es mit 3% Karbolsäure zu füllen. Ist ein feiner Riß in der Kapsel vorhanden, so gibt die austretende Flüssigkeit den Sitz des Kapselrisses an.

### Statistisches.

Der deutsche Sanitätsbericht von 1870/71\*) meldet, daß von den beobachteten Gelenkwunden hervorgerufen waren

durch Gewehrgeschosse . . . . .	94%
„ grobe Geschosse . . . . .	6%
„ blanke Waffen . . . . .	0,15%

Auch am Ende des alten und Anfange des neuen Jahrhunderts, im Griechisch-Türkischen, im Burenkriege und im Deutsch-Chinesischen Feldzuge überwog nach den Berichten von KÜTTNER das Infanteriegeschloß mit seinem kleinen Ein- und Ausschuß zahlenmäßig so sehr das Artillerieprojektil, daß bis zu einem gewissen Grade von einer humanen Kriegführung gesprochen werden konnte. Im Russisch-Japanischen Kriege scheint ebenfalls das Infanteriegeschloß noch die größte Rolle gespielt zu haben, wie aus folgender Tabelle von L. BORNHAUPT<sup>2)</sup> (Etappenlazarett Charbin) hervorgeht.

Von 157 Gelenkschüssen, die er bei russischen Verwundeten behandelte, waren verursacht:

108 Fälle durch Mantelgeschloß =	68,8%
39 „ „ Schrapnellkugel =	25%
10 „ „ Granatsplitter =	6,2%

Ähnliche Werte fand EXNER<sup>3)</sup> im Balkankriege.

Von 110 Gelenkschüssen waren 69,4% durch Infanteriegeschosse,  
30,6% „ Artillerieprojektilen

hervorgerufen.

Dieses Verhältnis hat sich im Weltkriege gewaltig zugunsten des Artilleriegeschosses verschoben. Während beim Vormarsch im Jahre 1914 die Verwundungen durch Gewehrprojektilen noch weit überwogen, traten mit der Ausbildung des Stellungskrieges die Verletzungen durch Artilleriegeschosse ganz in den Vordergrund und haben, namentlich auf dem westlichen Kriegsschauplatze, diesen Vorrang bis zum Schluß des Feldzuges behauptet. Die durch Sprenggeschosse hervorgerufenen Verwundungen übertrafen Infanterie- und Maschinengewehrschüsse an Häufigkeit so sehr, daß LANDOIS auf Grund einer vierjährigen Erfahrung auf dem westlichen Kriegsschauplatze sein Urteil dahin zusammenfaßt, etwa 80% der von ihm im Feldlazarett behandelten

\*) Bd. 3, Spez. Teil, S. 668.

Gelenkverletzungen seien durch Sprenggeschößsplitter und nur knapp 20% durch Infanterie- oder Maschinengewehrprojekte hervorgerufen gewesen.

Eine Gesamtstatistik über die Häufigkeit von Artillerie- und Infanterieschußverletzungen aus dem Weltkriege liegt natürlich noch von keiner Seite vor, aus Statistiken einzelner Autoren aber bekommt man leicht ein falsches Bild. Dennoch lassen wir einige Zahlen folgen:

AXHAUSEN<sup>4)</sup>, der als beratender Chirurg in den Feldlazaretten an der Westfront während des Krieges operiert hat, behandelte 35 Fälle von Kniegelenkverletzungen, von denen 32 durch „Rauhgeschosse“ erzeugt waren.

VON TAPPEINER<sup>5)</sup>, der im Feld- und Kriegslazarett an der Westfront tätig war, gibt für das Schulter-, Knie- und Ellbogengelenk folgende Werte, die LANDOIS in einer Tabelle zusammengestellt und nach Prozentsen berechnet hat.

Beobachtet wurden:

	Zahl	Infanteriegeschosse	Sprenggeschosse	Blanke Waffen
Schultergelenkschüsse . . . . .	32	9 = 28,1 %	23 = 71,9 %	
Kniegelenkverletzungen . . . . .	41	9 = 21,9 %	30 = 73,0 %	2 = 4,9 %
Ellbogengelenkschüsse . . . . .	30	7 = 23,3 %	23 = 76,6 %	

Somit darf man sagen: das Verhältnis der Häufigkeit von Artillerie- und Infanteriegeschößverletzungen der Gelenke hat sich im Weltkriege gegenüber früheren Feldzügen geradezu umgekehrt.

Das Verhältnis der Gelenkverletzungen zu den Schußverletzungen im allgemeinen ist für alle Zeiten sicher kein konstantes, ja es ist nicht einmal einheitlich in ein und demselben Feldzuge, denn jede Kriegsphase bringt andere Arten von Wunden mit sich. In früheren Kriegen ergab sich folgendes Prozentverhältnis:

Im Krimkriege:

nach FISCHER<sup>6)</sup> bei den Franzosen . . . . . 1,0 % aller Schußwunden  
 „ „ „ Engländern . . . . . 2,8 % „ „

Im Deutsch-Französischen Kriege:

nach ENGEL . . . . . 6,05% aller Schußwunden  
 „ STEINBERG . . . . . 6,01% „ „

Im Russisch-Japanischen Kriege:

nach BORNHAUPT\*) . . . . . 7,0 % „ „

In den Kämpfen der Amerikaner auf Kuba:

nach BORNHAUPT . . . . . 2,5 % aller Schußwunden.

Wie sich die Zahlen im Weltkriege verhalten haben, ist noch unbekannt, auch hier wird ein Urteil erst möglich sein, wenn die amtlichen Sanitätsberichte der kriegführenden Mächte vorliegen.

Über das Verhältnis der Schußverletzungen an den einzelnen Gelenken zu der Gesamtzahl der Gelenkschußwunden mögen folgende Zahlen Aufschluß geben.

Aus der Tabelle L von H. FISCHER<sup>7)</sup> entnehmen wir folgende Werte:

Krieg	Zahl der Gelenkverletzungen	Schußverletzungen des					
		Schultergelenkes	Ellbogengelenkes	Handgelenkes	Hüftgelenkes	Kniegelenkes	Fußgelenkes
Deutsch-Französischer Krieg; auf deutscher Seite . . . . .	1024	15,9 %	17,4 %	10,8 %	3,8 %	28,7 %	23,2 %

\*) Unter 2265 Verwundeten sah BORNHAUPT 157 Fälle von Gelenkschüssen.

BORNHAUPT bringt aus dem Russisch-Japanischen Kriege folgende Zahlen, die aus einem sibirischen Etappenlazarett stammen:

Krieg	Zahl der Gelenkverletzungen	Schußverletzungen des					
		Schultergelenkes	Ellbogengelenkes	Handgelenkes	Hüftgelenkes	Kniegelenkes	Fußgelenkes
Russisch-Japanischer Krieg . . . . .	157	12,1%	20,5%	3,4%	3,8%	54,0%	6,3%

PERTHES<sup>8)</sup> beobachtete während des Weltkrieges in der Heimat unter 248 Gelenkverletzungen

95 Kniegelenk-	} Verletzungen.
56 Ellbogengelenk-	
42 Schultergelenk-	
34 Fußgelenk-	
12 Hüftgelenk-	
9 Handgelenk-	

Aus allen diesen Werten läßt sich nur so viel entnehmen, daß in früheren wie im jüngst vergangenen Kriege die Häufigkeitsskala der Gelenkwunden folgende gewesen ist:

Kniegelenk,  
Ellbogengelenk,  
Schultergelenk,  
Fußgelenk.

Bei weitem am häufigsten ist also zu allen Zeiten und auch im Weltkriege das Kniegelenk verletzt worden, eine Tatsache, die sich ohne weiteres aus der großen räumlichen Ausdehnung dieses Gelenkes erklärt, wird doch der weit hinaufreichende obere Rezessus auch durch Splitterfrakturen der Femurdiaphyse oft genug in Mitleidenschaft gezogen.

Es ist früher von mehreren Seiten behauptet worden, daß das linke Schultergelenk und das rechte Ellbogengelenk häufiger getroffen würden als die entsprechenden Gelenke der anderen Seite. VON LANGENBECK hat zur Erklärung die Anschlagstellung des Schützen beim Feuern herangezogen. Der Sanitätsbericht von 1870/71\*) lehrt, daß die Behauptung richtig war für das Ellbogengelenk, unrichtig für das Schultergelenk. Sehr merkwürdig ist, daß KUHLOW<sup>9)</sup> an dem Material der Breslauer Chirurgischen Klinik aus diesem Weltkriege die gleiche Bevorzugung des linken Schulter- und des rechten Ellbogengelenkes festgestellt hat. Wir müssen annehmen, daß es sich hier um einen Zufall handelt, denn es ist nicht einzusehen, auf welche Weise in einem modernen Kriege bei dem Überwiegen der Artillerieverletzungen eine Seite häufiger getroffen werden sollte als die andere.

Wichtiger ist die Tatsache, daß oft bei einem und demselben Verwundeten Verletzungen mehrerer Gelenke beobachtet werden. So behandelte LANDOIS einen Schwerverwundeten, bei dem durch Schrapnellvolltreffer das linke Kniegelenk, das rechte Ellbogengelenk und die rechten Mittelfußgelenke zertrümmert waren. Bei einem anderen Verwundeten fand er beide Ellbogengelenke durch Granatsplitter so vollständig zersplittert, daß die doppelseitige Resektion notwendig wurde. KÜTTNER sah 5 Fälle von Verletzung beider Kniegelenke.

Über die Häufigkeit von Durchschüssen und Steckschüssen mögen ebenfalls einige Angaben gemacht werden, da diese Verwundungstypen prognostisch verschieden zu bewerten sind.

\*) Bd. 3, Spez. Teil, S. 668.



VOLLBRECHT und WIETING<sup>10)</sup> fanden unter 201 Gelenkschußwunden

139 Durchschüsse = 69,2%

62 Steckschüsse = 30,8%

ZAHRADNICKY<sup>11)</sup> sah unter 149 Gelenkschußwunden, die während des Weltkrieges bis zum Jahre 1915 in der Heimat behandelt wurden,

136 Durchschüsse = 91,3%

13 Steckschüsse = 8,7%

STIGLBAUR<sup>12)</sup> beobachtete in Sofia während des Krieges 50 Knieschüsse, darunter

56% Durchschüsse,

44% Steckschüsse.

Unter 62 Kniegelenkschüssen, die PROPPING<sup>13)</sup> in der Heimat behandelte, waren

61% Durchschüsse,

39% Steckschüsse.

Sehr groß war im Weltkriege entsprechend den vielen Verletzungen durch Raugeschosse die Zahl der infizierten Gelenkschüsse. Auch hierüber seien einige Zahlenangaben gemacht:

THÖLE<sup>14)</sup> (Kriegslazarett) fand von 152 Kniegelenkschüssen

63 aseptisch,

89 infiziert.

ZIEGNER<sup>15)</sup> (Kriegslazarett) von 56 Steckschüssen des Kniegelenkes

23 aseptisch,

33 infiziert.

SCHLOFFER<sup>16)</sup> (Heimat) von 79 Kniegelenkschüssen

41 aseptisch,

38 infiziert.

BAISCH<sup>17)</sup> (Heimat, bis November 1914) von 48 Verletzungen großer Gelenke

14 aseptisch,

34 infiziert.

ZAHRADNICKY (Heimat, bis 1915) von 149 Gelenkverletzungen

92 aseptisch,

57 infiziert.

Die Mortalität der Gelenkschüsse ist in den Kriegen des vorigen Jahrhunderts sehr hoch gewesen. Nach dem Sanitätsbericht der deutschen Heere 1870/71 \*) betrug unter 4085 Verletzungen der großen Gelenke die Gesamtsterblichkeit 35,9%.

Infolge der Einführung des Mantelgeschosses und der fast ausschließlichen Anwendung von Infanterieprojektilen ist die Mortalität in den nächsten Kriegen dann bedeutend heruntergegangen. So betrug sie nach ZAHRADNICKY im Burenkriege = 6,4%, im Russisch-Japanischen Kriege = 4,4%. Der amerikanische Sanitätsbericht 1898/99 notiert eine Sterblichkeit von 3,74%.

Im Weltkriege ist nun die Mortalität infolge der veränderten Kampfweise, welche ein Überwiegen der Sprenggeschosse und damit der primären Gelenkinfektionen brachte, wieder ganz gewaltig in die Höhe geschneilt. Eine zuverlässige Zahl wird auch hier erst feststehen, wenn die Sanitätsberichte der Deutschen und ihrer Gegner vorliegen. Die Zahlen der einzelnen Beobachter sind nicht beweisend, immerhin mögen einige der Vollständigkeit halber aufgeführt werden:

ZAHRADNICKY hatte im Heimatlazarett in Mährisch-Weißkirchen zu Anfang des Krieges bis zum Jahre 1915 eine Mortalität von 1,3% zu verzeichnen. A. KUHLOW, der das Material der Breslauer Universitätsklinik bearbeitete, notiert unter 84 Fällen von Gelenkverletzungen 1 Todesfall = 1,1%. KOENNECKE<sup>18)</sup> verlor in der Göttinger Universitätsklinik bis zum Jahre 1917 unter 136 Fällen von Verletzungen großer Gelenke 12 Fälle = 8,8%. BAISCH hatte in der Heimat unter 48 Gelenkverletzungen 3 Todesfälle zu beklagen, also eine Mortalität von 6,3%.

\*) Bd. 3, Spez. Teil, S. 668.

Betrachten wir jetzt die Mortalität bei den einzelnen Gelenken.

Im deutschen Sanitätsbericht des Krieges 1870/71\*) finden wir folgende Angaben.

Von je 100 am Hüftgelenk	Verwundeten starben	79,7%
„ „ 100 „ Kniegelenk	„ „	50,7%
„ „ 100 „ Schultergelenk	„ „	34,6%
„ „ 100 „ Fußgelenk	„ „	30,2%
„ „ 100 „ Ellbogengelenk	„ „	20,8%
„ „ 100 „ Handgelenk	„ „	18,3%

PERTHES gibt aus 6 Lazaretten Stuttgarts und der Universitätsklinik Tübingen während des Weltkrieges bis zum Jahre 1916 folgende Zahlen:

Von 95 Kniegelenkverletzungen	starben	14 = 14,6%
„ 56 Ellbogengelenkverletzungen	„	0 = 0 %
„ 42 Schultergelenkverletzungen	„	2 = 4,8%
„ 34 Fußgelenkverletzungen	„	2 = 5,7%
„ 12 Hüftgelenkverletzungen	„	1 = 8,3%
„ 9 Handgelenkverletzungen	„	0 = 0 %

Aus diesen Tabellen geht hervor, daß die Mortalität beim Hüft- und Kniegelenk am größten ist, eine Tatsache, die schon VON LANGENBECK und HÜTER hervorgehoben haben. Jeder Chirurg, der während des Weltkrieges in einer vorderen oder rückwärtigen Sanitätsformation gearbeitet hat, mußte die gleiche traurige Erfahrung machen. Soweit man aus den Berichten einzelner Chirurgen schließen darf, scheint in diesem Kriege die Mortalität der Knieschüsse die der Hüftschüsse noch bedeutend übertroffen zu haben. Prognostisch bei weitem am günstigsten sind die Handgelenk- und Ellbogengelenkverletzungen. In der Mitte stehen die Schulter- und Fußgelenkschüsse.

## 2. Die Gelenkinfektion.

Der Weltkrieg hat die alte Erfahrung bestätigt, daß kein Gewebe des menschlichen Körpers so empfindlich gegen Infektionen ist wie die Gelenke, die daher in der vorantiseptischen Zeit mit Recht für ein *Noli me tangere* galten. Worauf diese geringe Resistenz beruht, ist Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Besonders bemerkenswert sind die Experimente von W. NOETZEL<sup>19)</sup>, der Staphylokokken, Streptokokken, *Bacillus pyocyaneus* und *Bacterium coli* bei Kaninchen in das Kniegelenk injizierte. NOETZEL kommt zu dem heute allgemein anerkannten Resultat, daß die Ursache für die hohe Empfänglichkeit der Gelenke in der Anwesenheit der Synovia zu suchen ist. Die natürlichen Schutzstoffe seien in den Gelenken in gleicher Weise vorhanden wie in allen anderen Geweben, die Synovia aber umgebe die Bakterien mit einer schleimigen Hülle, welche sie vor der direkten Berührung mit dem lebenden Gewebe schütze und zu ungestörter Vermehrung kommen lasse. Erfolge dann schließlich der Kontakt mit dem Gewebe und seinen Schutzstoffen, so seien die Keime „bereits Sieger auf dem Schlachtfelde“.

Die Erreger ernster Gelenkinfektionen im Gefolge von Schußverletzungen sind nach den Untersuchungen von FEDERMANN<sup>20)</sup>, ZIEGNER, VON TAPPEINER, FENNER<sup>21)</sup> u. a. vor allem Streptokokken und Staphylokokken; die schweren Kapselphlegmonen mit parartikulären Abszessen (s. unten) sind in erster Linie auf Streptokokken zurückzuführen. FENNER fand in infizierten Gelenken außerdem gramnegative und grampositive Stäbchen und Kokken. Eine eigentliche Gasphlegmone der Gelenke gibt es nach den Untersuchungen von COENEN<sup>22)</sup> nicht, wohl aber können sich Gasbranderreger, z. B. der Fränkelsche Bazillus, lange Zeit in einem Hämarthros lebensfähig erhalten, und es wird auch nicht selten stinkender, mit Gasblasen untermischter Eiter aus einem schußverletzten Gelenk entleert. Charakteristisch ist die

\*) Teil 3, 1888, S. 668.

Beobachtung ZIEGNERs, der den gleichen Granatsplitter im Gelenk eine Streptokokkenerkrankung, in der Muskulatur aber eine Gasinfektion hervorrufen sah.

Alle Bakterien brauchen in dem Blutergusse des schußverletzten Gelenkes eine gewisse Zeit zu ihrer Entwicklung. In den ersten 14 Stunden nach dem Trauma findet man nach den Untersuchungen von URTEL<sup>23)</sup> und FEDERMANN den Hämarthros gewöhnlich steril, erst später werden die Keime bakteriologisch darstellbar.

Ein schußverletztes Gelenk kann entweder primär durch das Projektil oder sekundär von der Wunde aus oder schließlich metastatisch auf dem Blutwege infiziert werden.

Die primäre Infektion durch das Projektil spielt eine Rolle vor allem bei Verletzungen durch Rauhgeschosse. Der mit virulenten Keimen überladene, Fetzen von Tuch mit sich reiße Splitter des Sprenggeschosses führt unmittelbar zur Gelenkinfektion und wird besonders gefährlich, wenn er im Gelenk steckenbleibt.

Eine mindestens ebenso große Rolle wie der primäre Infekt spielt die sekundäre Infektion von der Wunde aus. So können bei Aufreißungen und Tangentialschüssen der Gelenkkapsel die Erreger durch den Schußkanal in die Gelenkhöhle einwandern, oder sie gelangen von infizierten extrakapsulären Frakturen aus durch feine Fissuren in das Gelenk. Nicht selten ist auch der folgende Modus, den LANDOIS häufig beobachtet hat: Das Projektil, namentlich ein Granatsplitter, hat die Gelenkkapsel durchschlagen und ist in den Weichteilen der Nachbarschaft steckengeblieben; es entwickelt sich ein paraartikulärer Abszeß, der auf der Bahn des schlecht verklebten Wundkanals in das Gelenk durchbricht. Dagegen scheint es sehr selten zu sein, daß ein paraartikulärer Weichteilabszeß die unversehrte Gelenkkapsel perforiert.

Besondere Bedingungen können die Einwanderung von Bakterien in das Gelenk begünstigen. So beschreibt PROPPING<sup>24)</sup> einen „Saugmechanismus“, der für die Infektion schlecht geschienter Gelenke von Bedeutung sein soll. Das Kniegelenk z. B. hat das größte Fassungsvermögen in der Beugstellung; wird das mit Blut gefüllte, schußverletzte Gelenk gestreckt, so wird bei offener Kommunikation ein Teil des Gelenkinhaltes ausgepreßt; erfolgt nun wiederum eine Beugung, so kann Flüssigkeit oder Gas in das Gelenk gleichsam eingesaugt werden. Dementsprechend hält PROPPING die Prognose der Durchschüsse für schlechter als die der Steckschüsse, da der Saugmechanismus beim Durchschuß mit seinem umfangreichen Ausschuß eine größere Rolle spielen müsse. Zu dem gleichen Resultat kommen ZIEGNER<sup>25)</sup> und EXNER<sup>26)</sup> mit der Begründung, daß durch zwei Öffnungen die Sekundärinfektion leichter erfolgen könne als durch eine. Die Annahme, daß Gelenkdurchschüsse ungünstiger seien als Steckschüsse mit Verletzung des Gelenkes, entspricht nicht dem allgemeinen Eindruck, doch ist eine endgültige Lösung der Frage wohl nur auf statistischem Wege auf Grund sehr großer Zahlenreihen möglich.

Ob der bei einem Gelenkschuß stets vorhandene Bluterguß die Infektion begünstigt, ist noch nicht sicher entschieden und Gegenstand noch nicht abgeschlossener experimenteller Untersuchungen von HAHN an der Breslauer Klinik. Aus den Studien von ISRAEL und HERTZBERG<sup>27)</sup>, welche die älteren Untersuchungen von RIEDEL und JAFFÉ<sup>28)</sup> nachprüften, geht hervor, daß das Blut in den Gelenken gerinnt und daß nicht flüssiges Blut, sondern blutig gefärbtes, mit Synovia versetztes Serum im Gelenk zurückbleibt. Die Ursache für die langsame Resorption des blutigerösen Inhaltes ist in den entzündlichen Veränderungen der Gelenkmembran, in der Schwartenbildung zu suchen, welche die Aufsaugung erschwert oder verhindert. Daraus ergibt sich, daß jeder Bluterguß im Gelenk sobald als möglich durch Punktion zu entleeren ist, damit es gar nicht erst zur Schwartenbildung kommt (LANDOIS). Es leuchtet aber auch ein, daß die Anwesenheit des Blutergusses für die Entwicklung der Infektion im Gelenk günstig sein muß, schon allein deshalb, weil der Kontakt mit den Schutzkräften des Organismus dadurch erschwert wird.



### Die Formen der Gelenkinfektion nach Schußverletzung.

Die Intensität der Gelenkinfektion ist wie die einer jeden Gewebsinfektion von verschiedenen Faktoren abhängig, nämlich erstens von der Art und Virulenz der Erreger, zweitens von dem Grade der Gewebsschädigung und drittens von der allgemeinen Widerstandskraft des Organismus. Daraus erklärt sich der so überaus verschiedenartige Verlauf der infizierten Gelenkschüsse im Kriege, denn es wird bei Berücksichtigung der genannten Faktoren kaum eine Kriegerverletzung des Gelenkes geben, welche einer anderen bis in alle Einzelheiten gleicht. Dabei bleiben als besondere Faktoren außerdem zu berücksichtigen die hohe Empfänglichkeit jedes Gelenkes für die Infektion und die Bedeutung, welche der Infektion des einzelnen Gelenkes für den Gesamtorganismus zukommt, je nachdem dieses Gelenk größer oder kleiner, anatomisch zugänglicher oder unzugänglicher, mehr proximal oder distal gelegen ist.

#### a) Das pathologisch-anatomische Bild der Gelenkinfektion.

Pathologisch-anatomisch haben wir folgende Formen der Gelenkentzündung zu unterscheiden: 1. die Synovitis serofibrinosa haemorrhagica, 2. das Empyem, 3. die Kapselphlegmone, 4. die putride Gelenkentzündung. Diese Formen stellen eine Stufenleiter von den leichteren zu den schweren und schwersten Graden der infektiösen Gelenkerkrankung dar.

Bei der **Synovitis serofibrinosa haemorrhagica** findet man im Gelenk hämorrhagische, mit großen Klumpen geronnenen Blutes untermischte Flüssigkeit. Die Synovialis ist stark gerötet und von einer aus Fibrin und Synovia bestehenden zähen Faserschicht überzogen. Bakterien sind in dem Exsudat, wenigstens innerhalb der ersten 24 Stunden, nicht nachzuweisen. Anatomisch handelt es sich um eine fibrinoide Quellung der Gelenkmembran-Intima, verbunden mit einer entzündlichen Exsudation in das Gelenkinnere.

Das **Empyem** geht aus der Synovitis serofibrinosa haemorrhagica hervor, wenn keine Rückbildung der eben geschilderten Veränderungen eintritt, sondern die Bakterien sich in der Gelenkhöhle vermehren und auf die tieferen Schichten der Intima übergreifen. Daraus resultiert eine eitrige Einschmelzung der Intima in mehreren Lagen, und gleichzeitig tritt aus den eröffneten Saftspalten des Gelenkapparates reichlich Lymphe in den Gelenkhohlraum über. Das Gelenk ist entweder in toto prall mit Eiter gefüllt oder die Veränderungen beschränken sich auf einzelne Gelenkabschnitte. So kann beim Kniegelenk der vordere Teil des Kapselraumes in der beschriebenen Weise verändert sein, während der hinter den Kreuzbändern gelegene Abschnitt sich noch im Stadium der Synovitis sero fibrinosa haemorrhagica befindet. Charakteristisch für das Empyem ist also die Anwesenheit von freiem Eiter im Gelenk und der verhältnismäßig geringe Grad von eitriger Einschmelzung der Gelenkmembran, die nur in ihren innersten Lagen betroffen ist.

Wie das Empyem aus der serofibrinösen Synovitis, so geht die **Kapselphlegmone** in der Mehrzahl der Fälle aus dem Empyem hervor, kann aber in selteneren Fällen, namentlich bei weiten Aufreißungen des Gelenkes, auch primär entstehen (LANDOIS). Im allgemeinen stellt also die Kapselphlegmone gegenüber dem Empyem eine weitere Steigerung des entzündlichen Prozesses dar und ist als die schwerste Form der eitrigen Gelenkinfektion anzusehen. Die Bakterien verbreiten sich in den Saftspalten der Kapsel und erzeugen in dem gesamten bindegewebigen Kapselapparat eine schwere progrediente Eiterung.

Mit PAYR<sup>29-32</sup>), dem wir ausgezeichnete Arbeiten über die Gelenkinfektion verdanken, unterscheiden wir eine exsudatreiche und eine exsudatarme Form. Bei der exsudatreichen Form der Kapselphlegmone ist die Intima vollständig eingeschmolzen, die Falten und Zotten im Gelenk sind ödematös geschwollen und von

Eiter durchsetzt, selbst die Kreuzbänder des Kniegelenkes werden phlegmonös, und der Gelenkknorpel wird allmählich exfoliiert. Die Eiterung greift auf die tieferen Schichten der Gelenkkapsel über, bricht an den physiologisch schwachen Stellen nach außen durch, verursacht paraartikuläre Abszesse und kriecht in den Weichteilen der Extremität weiter, diese in Gestalt von Röhrenabszessen (PAYR) durchsetzend. Nicht selten werden auch die mit den Gelenken kommunizierenden Schleimbeutel infiziert, sie vereitern, und auch aus ihnen gehen paraartikuläre Abszesse oder Phlegmonen hervor. Die Venen der Nachbarschaft können ergriffen werden, und aus der eitrigen Thrombophlebitis entstehen pyämische Formen der septischen Allgemeininfektion, welche überhaupt die nicht seltene Folge dieser schweren Gelenkerkrankung ist.

Die prognostisch noch ungünstigere exsudatarme Form der Kapselphlegmone verläuft mit einem schweren entzündlichen Ödem, wobei sich multiple kleine Abszesse im Kapselapparat bilden.

Schließlich entsteht aus der einen wie der anderen Form die Totalvereiterung des Gelenkes. Selbst wenn der Eiter durch Drainage nach außen abgeleitet worden ist, wandelt sich nicht nur in schweren, sondern auch in mittelschweren Fällen der ganze Kapselapparat in ein chronisches Granulationsgewebe um, welches als schwammige, leicht blutende Masse die ganze Gelenkhöhle erfüllt und abgestoßene Knorpelteile oder bei Frakturen auch Knochensplinter enthält.

Als vierte ungünstigste Form der Gelenkinfektion überhaupt haben wir die **putride Gelenkentzündung** anzusehen. Sie pflegt nicht aus den eitrigen Formen hervorzugehen, sondern entsteht primär bei großen Kapselaufreißungen, Knochenzerstörungen und ausgedehnten Weichteilverletzungen, wenn durch Ungunst der äußeren Verhältnisse und mangelhafte Wundversorgung Gelegenheit zu diesen schwersten, jauchigen Infektionen gegeben ist. LANDOIS hat solche putride Gelenkinfektionen mehrfach bei der Frühjahrsoffensive des Jahres 1918 gesehen, als der Boden und die Wege durch anhaltende Regengüsse aufgeweicht waren, die Verwundeten durchnäßt und mit Erde beschmutzt unter freiem Himmel liegen mußten und erst sehr spät aus der vorderen Linie in chirurgische Behandlung übergeführt werden konnten. KÜTTNER sah putride Gelenkinfektionen unter ähnlichen Verhältnissen und zu gleicher Zeit bei den Verwundeten aus den Kämpfen am Kessel. Stets hat es sich um das Kniegelenk gehandelt, dessen Gelenkkapsel auf der Innenfläche mit einer grünlichen, schmierigen Masse überzogen war, während der Kapselapparat sulzig-ödematöse Schwellung und stellenweise Durchsetzung mit kleinen Abszessen aufwies. Die stinkende, exsudatarme Kapselphlegmone war an den Amputationspräparaten in voller Entwicklung begriffen. Auch die Weichteile der Nachbarschaft waren schmierig verfärbt, die Wunden verbreiteten einen gangränösen Geruch. Obwohl bakteriologische Untersuchungen nicht möglich waren, darf die Infektion durch Anaerobier wohl als sicher angesehen werden.

#### b) Das klinische Bild der Gelenkinfektion.

Bei der gutartigen Synovitis serofibrinosa haemorrhagica finden wir das Gelenk schon wenige Stunden nach dem Trauma durch einen Bluterguß prall gefüllt. Bei Fehlen gröberer Knochenverletzungen ist die aktive Beweglichkeit in beschränktem Maße möglich, die Schmerzhaftigkeit kann bei reiner Kapselverletzung mit Erguß vollkommen fehlen. Die Temperatur ist meist gesteigert, kann sogar 39° und mehr erreichen; trotzdem geht die Entzündung, wenn keine weitere Gelegenheit zur Sekundärinfektion gegeben ist, in einem großen Teil der Fälle, vor allem nach Gewehrschoßdurchschüssen und Stichverletzungen, von selbst zurück, und das Gelenk kann bei sachgemäßer Behandlung wieder vollkommen beweglich werden.

Leider ist dieser günstige Ausgang bei den Kriegsverletzungen nicht die Regel, und auch viele Fälle, welche zunächst den harmlosen Symptomenkomplex der Syn-

ovitis serofibrinosa haemorrhagica bieten, zeigen bald eine ungünstige Änderung des klinischen Bildes, wenn der Übergang in die schweren Formen der Gelenkinfektion, das Empyem und die Kapselphlegmone, erfolgt. Diese beiden Infektionstypen müssen aus prognostischen und therapeutischen Gründen auseinandergehalten werden, und es ist das große Verdienst PAYRS, immer wieder auf die Wichtigkeit der klinischen Differentialdiagnose zwischen Empyem und Kapselphlegmone hingewiesen zu haben. Während das Empyem bei richtiger Behandlung ausheilen kann, unter Umständen sogar mit Beweglichkeit des Gelenkes, führt die Kapselphlegmone stets zu weitgehender Zerstörung der Gelenkenden mit nachfolgender Ankylose, und man wird sich in den schweren Fällen glücklich schätzen dürfen, wenn es nicht zum Verlust der Extremität oder, besonders bei Kapselphlegmonen des Knie- und Hüftgelenkes, zum tödlichen Ausgange kommt.

Die Anschauung PAYRS, daß die wichtige Differentialdiagnose zwischen Empyem und Kapselphlegmone fast in allen Fällen möglich ist, wird von den Verfassern geteilt. Der eine von uns (LANDOIS) hat in seiner ausführlichen Arbeit über die „Kriegsverletzungen der Gelenke“<sup>33)</sup> die Hauptsymptome mit einigen Schlagworten als Tabelle zusammengefaßt unter Zugrundelegung der Payrschen Monographie in der Dtsch. Ztschr. f. Chir. 1916 Bd. 139. Trotz einer gewissen unvermeidbaren Schematisierung, welche notgedrungen die Übergangsformen unberücksichtigt läßt, dürfte nach dieser Zusammenfassung (s. S. 349) im einzelnen Falle die Orientierung möglich sein.

### 3. Die Behandlung der Gelenkschußwunden.

Über die Therapie der Gelenkschußwunden sind während des Weltkrieges die Anschauungen weit auseinandergegangen, im Gegensatz zu der Übereinstimmung, die nach den Kriegen am Ende des vorigen und Anfang des jetzigen Jahrhunderts über die Behandlung der Gelenkschüsse geherrscht hat. In diesen letztgenannten Feldzügen hatte sich allgemein die durch VON BERGMANN inaugurierte konservative Behandlung der frischen Gelenkverletzung durchgesetzt; sie zeitigte gute Resultate, weil überwiegend die verhältnismäßig gutartigen Verwundungen durch das kleinkalibrige Mantelgeschoß zur Beobachtung gelangten und die Verletzungen durch Sprenggeschosse in den Hintergrund traten. Auch in der ersten Phase des Weltkrieges, während des deutschen Vormarsches, war das Bild ein ähnliches; der Umschwung erfolgte erst in dem Augenblicke, als vom Bewegungskriege zum Stellungskampfe übergegangen wurde und nun die Artillerieverletzungen in einer bis dahin für unmöglich gehaltenen Weise überwogen.

Aber auch abgesehen von diesen äußeren Umständen, deren Bedeutung bald erkannt wurde, gingen die therapeutischen Anschauungen erheblich auseinander, weil sie sehr stark von dem Verletzungsmaterial beeinflußt wurden, welches der einzelne Chirurg zu behandeln hatte. Es leuchtet ein, daß dem Arzt des Feldlazarettes, des Kriegs- und Heimatlazarettes die Gelenkverletzungen in ganz verschiedenen Stadien zugehen, so daß der einzelne Chirurg, wenn er nicht das Glück hat, in mehreren der genannten Formationen kurz nacheinander tätig zu sein, von den Kriegsverletzungen der Gelenke einen einseitigen Begriff bekommen muß. Ja sogar in den einzelnen Lazarettkategorien waren die Verhältnisse je nach dem Kriegsschauplatze, der für die Deutschen fast das halbe Europa umfaßte, je nach der strategischen Wichtigkeit der Kampffront und den Transportverhältnissen grundverschiedene. So sahen die Ärzte der Heimatlazarette im mittleren Deutschland vorwiegend ältere, günstige Gelenkverletzungen an Verwundeten, denen lange Transporte zugemutet werden konnten, während den Heimatlazaretten der östlichen und vor allem der westlichen Grenzprovinzen bei günstigen Transportmöglichkeiten auch frische Gelenkschüsse schlimmster Art zuzugingen. Selbst im eigentlichen Operationsgebiete herrschten die größten Ver-



	Emphyem	Kapselphlegmone
Das Aussehen des Gelenkes:	Pralle Füllung des Gelenkes. Fluktuation.	Gelenk geschwollen; Fluktuation kann, da Kapselphlegmone oft ohne viel Exsudat verläuft, sehr undeutlich sein.
	Anfangs keine entzündlichen Veränderungen an den das Gelenk umgebenden Weichteilen. Später paraartikuläre Schwellung.	Starkes entzündliches Ödem der Weichteile und der Haut, Kapselperforationen und paraartikuläre Abszesse.
Probepunktion:	Beim Emphyem reichlich freier Eiter.	Bei der Kapselphlegmone sehr oft wenig freier Eiter. Bei der exsudatarmen Form kein Eiter.
Die aktive Beweglichkeit des Gelenkes:	Im Anfangsstadium noch gut und verhältnismäßig wenig schmerzhaft; mit zunehmender Gewebseinschmelzung wird sie schlechter. Die muskuläre Fixation ist anfangs gering, später wird sie sehr deutlich.	Aktive Bewegung unmöglich. Aktive muskuläre Fixation des Gelenkes ist verlorengegangen.
Schmerzen:	Schmerzen im allgemeinen auffallend gering, wenigstens zu Anfang.	Bei passiver Bewegung sehr starke Schmerzen, ja sogar schon beim Berühren des Verbandes.
Die Stellung des Gelenkes:	Der Kranke nimmt aktiv die Stellung ein, bei der er in seinem Gelenk die geringsten Schmerzen hat (Mittelstellung) und fixiert das Gelenk reflektorisch muskulär.	Der Kranke kann aktiv das Gelenk nicht fixieren, er sucht nach einer passiven Ruhestellung auf der Unterlage.
Palpation des Gelenkes:	Gelenkkapsel allein schmerzhaft. Bei Zug und Stauchung keine Schmerzen. Kniekehle z. B. auf Druck nicht empfindlich.	Das ganze Gelenk (Kapsel-Bandapparat und Gelenkenden) sind bei Berührung schmerzhaft. Starke Schmerzen bei Zug und Stauchung. Kniekehle meist geschwollen und schmerzhaft.
Allgemeinbefinden:	Nicht besonders beeinträchtigt. Fieber bis 39°.	Schwer beeinträchtigt. Septischer Zustand, trockene Zunge. Hohes Fieber mit Schüttelfrösten. Maligne Embolien.

schiedenheiten, je nachdem, ob an einer der Hauptkampffronten im Trichterfelde bei Massenandrang schwerster Verwundungen und bei ungünstigen Transportmöglichkeiten ärztlich gearbeitet werden mußte, oder ob an einer ruhigeren Front sehr rasch nach der Verletzung eine endgültige Wundversorgung in stabilen, gut eingerichteten Feldlazaretten durchgeführt werden konnte. Welche Unterschiede auch die Beschaffenheit des Bodens, die Gunst oder Ungunst der Witterung für die chirurgischen Erfolge bedingte, weiß jeder, der über eine längere Felderfahrung verfügt.

Bei der Besprechung der Therapie müssen wir die frische Gelenkverletzung von der eiternden Gelenkwunde jüngeren und älteren Datums trennen.

## I. Die Behandlung der frischen Gelenkschußwunde.

### a) Die konservative Behandlung.

Wenn ein Prinzip als nicht fehlerlos erkannt worden ist, besteht immer die Gefahr, daß es ganz verworfen und das entgegengesetzte Extrem zur Regel gemacht wird. So ist es auch im Weltkriege mit der Therapie der Gelenk- und Knochenschüsse gegangen. Nachdem sich im Herbst 1914 bei Beginn des Stellungskampfes herausgestellt hatte, daß die primäre Okklusion und Fixierung im Gipsverbande für viele Frakturen und Gelenkschüsse eine Gefahr bedeutet, wurde die konservative Therapie der Gelenkverletzungen von den meisten Chirurgen gänzlich verworfen und nur mehr die primäre Operation als zulässig anerkannt. Und doch ist dies entschieden zu weit gegangen, denn die konservative Behandlung hat ihre ganz bestimmten Indikationen, unter denen sie gute Erfolge zeitigt und dem Verwundeten viel Zeit und Leid erspart. Namentlich die Chirurgen, welche ausschließlich und dauernd an der Westfront tätig waren, haben die konservative Therapie ganz verworfen, und ihre Erfahrungen berechtigten sie zweifellos zu diesem Standpunkte, denn sie sahen fast ausschließlich Verletzungen durch Sprenggeschoßsplitter, die aus dem hochkultivierten, mit dem Blut und den Leichen Hunderttausender gedüngten Boden eine Fülle der gefährlichsten Keime in die Wunde mitrissen. So ungünstig aber waren die Verhältnisse nicht an allen Fronten und werden sie auch in zukünftigen Kriegen nicht immer sein. Wo die Infanteriegeschoßwunde überwiegt, die äußeren Umstände günstigere sind, wird die konservative Behandlung ihr Recht behalten.

Namentlich der frische, glatte Gelenkdurchschuß eines Gewehrgeschosses mit kleinem Ein- und Ausschuß, röhrenförmiger, im Röntgenbilde kaum erkennbarer Durchbohrung der Spongiosa ist und bleibt Gegenstand der konservativen Therapie, solange ernste Entzündungserscheinungen fehlen. Wird in diesem Falle primär operativ behandelt, so ist die durch die Operation gesetzte Schädigung des Gelenkes eine weit größere als die von der Verletzung herrührende. Von den konservativen Grundsätzen werden uns hier auch leichte entzündliche Erscheinungen nicht abbringen, da sie zurückzugehen pflegen, und erst das bei diesen Verletzungen seltene Empyem und die noch seltenere Kapselphlegmone nötigen zur operativen Behandlung.

Der meist erhebliche Bluterguß wird am besten punktiert, weil er die Gelenkflächen schädigt und zur Schwartenbildung führt, doch dürfen diese Punktionen nur vorgenommen werden, wenn für die zuverlässige Asepsis des kleinen Eingriffes gutgesagt werden kann. Dies ist um so notwendiger, als bei Bildung von Gerinnseln die Punktion mit einem starken Troikart oder einem spitzen Skalpell ausgeführt und die kleine Wunde durch eine Naht geschlossen werden muß.

Die Fixierung einer solchen günstigen Gelenkschußwunde sollte im Gipsverbande nur dann erfolgen, wenn die Kriegslage einen sofortigen Abtransport über weite Strecken notwendig macht. Sonst sind Schienenverbände unbedingt vorzuziehen, da sie auch bei rasch notwendig werdendem Abtransport die regelmäßige Besichtigung des verletzten Gelenkes ermöglichen und bei unerwarteten Schwellungszuständen, namentlich durch Blutergüsse, ungefährlicher sind als der Gipsverband. Auf dem Wundtäfelchen ist zu bemerken, daß genaue Kontrolle notwendig ist.

Während über die konservative Behandlung dieser günstigsten Gelenkverletzungen Übereinstimmung herrschen dürfte, gehen über ähnliche, ebenfalls noch als günstig zu betrachtende Läsionen die Anschauungen schon erheblich auseinander. Dahin gehören die glatten Gewehrgeschoßdurchschüsse mit größerem Ausschuß, die Gewehrgeschoßsteckschüsse und die glatten Schrapnellkugeldurchschüsse mit kleinem Ein- und Ausschuß. Hier wird man sich vielfach von dem Genius loci leiten lassen müssen. Ist an einer Kampffront die Witterung günstig, der Boden trocken, die Kleidung dementsprechend wenig beschmutzt,

besteht überhaupt keine große Infektiosität der Wunden, kommt wenig oder gar kein Gasbrand vor, so kann man auch bei diesen Gelenkschüssen mit der konservativen Behandlung ziemlich weit gehen, vorausgesetzt, daß die Verwundeten längere Zeit in gut eingerichteten Feldlazaretten unter den Augen eines und desselben tüchtigen Chirurgen verbleiben können. Sind die geschilderten äußeren Bedingungen aber ungünstig, so wird man sich bei diesen Verwundungen schon weit eher als bei den glatten Gewehrsgeschoßperforationen zur primären Operation entschließen, doch soll man nicht schematisieren, sondern sich von Fall zu Fall entscheiden, was für den erfahrenen Feldchirurgen keinen Zeitverlust und keine besondere Schwierigkeit bedeutet.

Erheblich verantwortungsvoller ist der Entschluß, wenn es sich um das Steckenbleiben von Schrapnellfüllkugeln und kleinen Granatsplittern handelt, die stets als ernste Infektionsträger anzusehen sind. Auch hier wird man zu individualisieren haben, denn es ist sicher, daß viele dieser Fremdkörper reaktionslos einheilen können. So hat FRANZ<sup>34)</sup> eine Beobachtungsreihe von 44 konservativ behandelten Gelenksteckschüssen mitgeteilt, von denen keiner zur Vereiterung führte. Unter ihnen waren

18	durch Infanteriegeschosse,
17	„ Sprenggeschößsplitter,
9	„ Schrapnellfüllkugeln

hervorgerufen. Die Mehrzahl dieser Fälle, 27 an der Zahl, sind 2 und 3 Wochen, ja bis zu 3 Monaten beobachtet worden. Auch ZIEGNER<sup>35)</sup> sah in 51 Fällen von Gelenkverletzungen reaktionsloses Einheilen von Geschößsplittern, und zwar am

Hüftgelenk . . . . .	1 mal
Kniegelenk . . . . .	19 „
Sprunggelenk . . . . .	9 „
Schultergelenk . . . . .	5 „
Ellbogengelenk . . . . .	10 „
Handgelenk . . . . .	7 „

Aus solchen Zahlenreihen geht hervor, daß man doch mit der primären Geschößextraktion aus Gelenken zurückhaltend sein soll, besonders wenn die äußeren Umstände die Durchführung einer wirklichen Asepsis unmöglich machen. Im Weltkriege war dies infolge der Überschwemmung aller Lazarettformationen mit schwer infizierten Wunden leider sehr oft der Fall. Es ist kein Zweifel, daß die unbedingten Anhänger des operativen Verfahrens im Punkte der primären Geschößextraktion aus Gelenken und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft vielfach über das Ziel hinausgeschossen sind. Namentlich soll man die konservative Behandlung in Erwägung ziehen, wenn in ruhigen Stellungen bei trockener Jahreszeit gefochten wird und wenn der Fremdkörper nur mit einem großen, verletzenden Eingriff zu extrahieren ist, besonders also dann, wenn das Geschöß fest im Knochen steckt. Daß diesen Fällen im weiteren Verlauf nach Möglichkeit eine besonders sorgfältige Beachtung geschenkt werden sollte, braucht nicht betont zu werden; leider ist bei großem Verwundetenandrang diese Forderung nur zu oft nicht durchführbar. Genaue Angaben über die Größe der Granatsplitter, die man noch zurücklassen darf, sind schwer zu machen; im allgemeinen haben wir Splitter über Bohnengröße nur dann konservativ behandelt, wenn die Bedingungen für aseptische Operationen sehr ungünstige waren und die Extraktion sehr schwierig gewesen wäre.

Eine im Weltkriege viel erörterte Frage ist die der **prophylaktischen Stauungsbehandlung frischer Gelenkverletzungen** gewesen. Besonders SEHRT<sup>36)</sup>, LINBERGER<sup>37)</sup>, VON TAPPEINER, ZIEGNER und WEDERHAKE<sup>38)</sup> haben auf diese Weise die Infektion schwerer Gelenkverletzungen zu verhüten gesucht. Die Gummibinde



wird möglichst bald nach Einlieferung des Verwundeten im oberen Drittel der Extremität angelegt und bleibt ununterbrochen 11–14 Tage, ja mehrere Wochen (VON TAPPEINER), je nach dem klinischen Verlaufe, liegen.

Schon sehr bald, meist 2–3 Stunden nach Anlegen der Staubinde, hören die heftigen Schmerzen auf, die Temperatur bleibt verhältnismäßig niedrig, und die verletzten Gelenke können bewegt werden. Die Sekretion aus der Gelenkwunde wird sehr stark, und die ganze Extremität schwillt mäßig an. Man hat besonders darauf zu achten, daß der Puls dauernd fühlbar ist und daß das gestaute Glied rot und warm bleibt. SEHRT und VON TAPPEINER betonen ausdrücklich, daß sie keine primäre Wundversorgung gemacht, sondern sich nach Anlegung der prophylaktischen Stauung auf einen streng abwartenden Standpunkt gestellt haben. VON TAPPEINER überläßt Geschoßfragmente und Knochensplitter vorerst sich selbst und greift erst ein, wenn Fieber und Entzündung die Veranlassung dazu geben. Die Exsudation in den Kapselraum ist bei der Stauung so groß, daß ein gerade punktiertes Gelenk sich nach wenigen Stunden wieder füllt (VON TAPPEINER). Dieser Sekretstrom ist von größter Wichtigkeit, denn er wirkt bakterizid und erhöht die an sich nur geringe bakterizide Kraft der Synovia (S. 344), ferner entfaltet er die Gelenkkapsel und schwemmt die Bakterien wie den Eiter rein mechanisch aus der äußeren Wunde heraus. Wird die Binde zu früh entfernt, so steigt die Temperatur wieder, geht jedoch, wie VON TAPPEINERS Kurven lehren, von neuem herunter, sobald die Binde wieder angelegt wird.

Die Stauungsbehandlung übt einen günstigen Einfluß sowohl auf das Allgemeinbefinden wie auf die Gelenkfunktion. Am besten sind die funktionellen Resultate bei der prophylaktischen Stauung, die schon in den ersten 20–60 Stunden nach der Verletzung zur Anwendung gelangt. Wird erst spät, 8–9 Tage nach dem Trauma, gestaut, so bleibt der Erfolg meist aus, da sich häufig schon paraartikuläre Abszesse gebildet haben. Wie gut die Resultate der rechtzeitig angewandten Dauerstauung sind, geht aus der folgenden Tabelle SEHRTS hervor:

	Beweglich	Amputiert	Reseziert	Tod
12 Handgelenkverletzungen . . . . .	7 völlig 3 eingeschränkt	1	1	—
5 Ellbogengelenkverletzungen . . . . .	1 völlig 3 eingeschränkt	—	—	—
12 Kniegelenkverletzungen . . . . .	6 völlig 5 eingeschränkt	1	—	—
4 Fußgelenkverletzungen . . . . .	—	13	—	1 an Tetanus

Ähnlich gute Resultate haben auch VON TAPPEINER und LINBERGER erzielt, und man kann es verstehen, wenn SEHRT sagt, daß die eitrige Gelenkinfektion bei dieser Behandlung für ihn fast alle ihre Schrecken verloren habe.

Eine Modifikation stellt die **rhythmische Stauung** dar, welche der unmittelbar vor Schluß des Krieges leider durch eine feindliche Fliegerbombe getötete Gießener Chirurg A. THIES schon zu Friedenszeiten angegeben hat. Das Verfahren, welches an die Stelle der langdauernden oder kontinuierlichen die intermittierende Stauung in regelmäßigen Intervallen setzt, ist im Felde außer bei Gasphlegmonen auch bei schwersten Gelenkverletzungen angewandt worden. Als zweckmäßig hat sich herausgestellt, daß die Stauzeit kürzer währt als die Staupause, ein Verhältnis, welches der ursprünglich für Kohlensäuredruck, später wegen Kohlensäuremangels für Druckluft eingerichtete Apparat der Firma Siemens & Halske automatisch regelt. Ein Druck von 0,12 bis 0,15 Atmosphären genügt, um Hyperämie und Ödem zu erzielen. Ein günstiges Verhältnis von Stauzeit und Staupause ergeben nach THIES 60:90–120 Sekunden. Bei

Besserung oder fortschreitendem Ödem soll die Stauzeit zugunsten der Staupause noch mehr verkürzt werden. Im allgemeinen ist die Behandlung, welche rascher zur Heilung führen soll als die kontinuierliche Stauung, nach 5—10 Tagen abubrechen; in besonders günstigen Fällen soll schon eine rhythmische Stauung von 2—3 Tagen genügen, um der Infektion Herr zu werden. Ausdrücklich betont THIES, daß das Verfahren operative Eingriffe nicht überflüssig macht, sondern daß paraartikuläre Abszesse gespalten werden müssen.

THIES<sup>39)</sup> hat im Jahre 1916 über 34 Fälle schwerer Gelenkinfektion berichtet, die er in einem Kriegslazarett der rhythmischen Stauung unterworfen hat. Es handelte sich um 4 Verletzungen des Handgelenkes, 2 des Ellbogengelenkes, 19 Knie- und 9 Fußgelenkschüsse. Bei den meisten bestand eine Gelenkfraktur. Trotz schwerer Entzündungen waren die Erfolge gut, es gelang fast immer, die Infektion zum Stillstand zu bringen. Zwei Verwundete starben, der eine mit Kniegelenkschuß nach der Resektion an septischen Infarkten der Lunge und Empyem der Pleura, der andere mit schon ausgeheilter Fußeiterung infolge einer Blutung aus einem verletzten Lungengefäß. Das entspräche einer Mortalität von 5,8%. Bei einer ganzen Anzahl von Fällen erfolgte die Heilung mit beweglichem Gelenk. Gute Resultate mit der rhythmischen Stauung bei infizierten Gelenken erzielte ferner SPECHT<sup>40)</sup>, auch der eine von uns (KÜTTNER) sah im stabilen Feldlazarett gute Erfolge bei einer Reihe ernster Gelenkinfektionen.

LANDOIS, der in einem mobilen Feldlazarett arbeitete, faßt sein Urteil über die Stauungsbehandlung im allgemeinen, folgendermaßen zusammen: „Die Mitteilungen von SEHRT, von TAPPEINER, LINBERGER, A. THIES u. a. zeigen, daß das Stauungsverfahren, richtig gehandhabt, eine ausgezeichnete Methode bei der Behandlung schwerer Gelenkverletzungen ist, besonders bei der prophylaktischen Anwendung. Aber gerade in der richtigen Handhabung liegt die Schwierigkeit. Die Stauungsbehandlung will gelernt sein. Es gehört dazu Erfahrung auf diesem Gebiete, geschultes Personal, ruhige Zeiten mit mäßigem Zugang von Verwundeten und gute, helle Krankenräume. Wo diese Voraussetzungen fehlen, ist von der Anwendung des Stauungsverfahrens dringend abzuraten. Wenn man in der Literatur liest oder aus mündlichen Erzählungen hört, daß manche Chirurgen nichts Gutes von der Stauungsbehandlung gesehen haben, so weiß man nie, ob sie die Technik richtig befolgt haben . . . Für die vorderen Sanitätsformationen kommt wohl allein das kontinuierliche Bindenstauungsverfahren in Betracht. Die rhythmische Stauung scheint mir ein sehr umständliches Verfahren zu sein, das viel Personal absorbiert und eine sorgfältige Überwachung der Apparate verlangt. „...Mit dem Bindenstauungsverfahren erreichen wir auf einfacherem und ungefährlicherem Wege dieselben, wahrscheinlich sogar die besseren Resultate.“

Eine chronische Stauung in der unteren Extremität zur Bekämpfung der Kniegelenkinfektion hat VON WINIWARTER durch Unterbindung der Vena femoralis zu erreichen gesucht. Er will damit sowohl eine Hyperämie erzielen wie die Resorption von Toxinen verhüten. Die sehr einfache Ligatur ohne Durchtrennung wird in Lokalanästhesie unterhalb des Leistenbandes ausgeführt und ist von Zyanose und Ödem der Extremität gefolgt, von denen die erstere schon am nächsten Tage wieder verschwindet. Die Indikation der Operation ist nach VON WINIWARTER gegeben in allen Fällen von Kniegelenkverletzungen, bei denen nach der primären Wundversorgung das Fieber nicht in einigen Tagen abfällt und bei denen Eiter im Gelenk nachweisbar ist. Obwohl VON WINIWARTER das baldige Einsetzen völliger Schmerzfreiheit und günstige Wirkungen auf den Allgemeinzustand verzeichnet, glauben wir doch nicht, daß das Verfahren sich Bürgerrecht erwerben wird, denn einmal sind die Resultate VON WINIWARTERS keineswegs günstige — von 17 Verwundeten mit Kniegelenk-

schüssen starben 5 = 29,4% —, und zweitens wird ein irreparabler Dauerzustand geschaffen, der sich schon während der Wundheilung durch die Thrombosengefahr unangenehm bemerkbar machen könnte und wohl auch für das spätere Leben nicht bedeutungslos ist.

### b) Die primär operative Behandlung.

Als nach dem klassischen Vortrage C. GARRÉS auf der Kriegschirurgentagung in Brüssel 1915 sich die Mehrzahl der deutschen Chirurgen der primär operativen Behandlung der Kriegsverletzungen zuwandte, trat auch die Therapie der Gelenkschüsse in ein neues Stadium. Es ist das große Verdienst ERWIN PAYRS, die Frühoperation der Gelenkverletzungen mit allem Nachdruck gefordert und dem Feldchirurgen in mehreren großen Arbeiten<sup>29–32)</sup> Richtlinien für die Diagnose und Therapie an die Hand gegeben zu haben.

Nach den PAYRSchen Vorschriften erfordert eine frische Gelenkverletzung die sorgfältige Durchführung folgender Maßnahmen:

1. Die sofortige Entfernung allen infektionsverdächtigen Gewebes und sämtlicher Fremdkörper.
2. Den primären Verschuß der Gelenkkapsel und damit die Wiederherstellung der Gelenkfunktion.
3. Die prophylaktische Bekämpfung der Gelenkinfektion und die Gelenkkapsel-füllung mit einem Antiseptikum.

Diese Grundregeln dürfen heute als allgemein anerkannt gelten, und nur in technischen Einzelheiten, wie in der Wahl des Antiseptikums, gehen die Ansichten auseinander. Von den zahlreichen Veröffentlichungen, welche sich mit dem Gegenstande beschäftigen, heben wir als besonders wichtig hervor die z. T. schon zitierten Arbeiten von AXHAUSEN, FEDERMANN<sup>42)</sup>, FENNER, FRÜND<sup>43)</sup>, GÜMBEL<sup>44)</sup>, HEDDAEUS<sup>45)</sup>, KEHL<sup>46)</sup>, KLAPP, KREGLINGER<sup>47)</sup>, LANDOIS, LEHMANN<sup>48)</sup>, MENNENGA<sup>49)</sup>, PEISER<sup>50)</sup>, URTEL, SCHÖNE<sup>178)</sup> u. a.

### ad 1. Die operative Entfernung allen infektionsverdächtigen Gewebes und aller Fremdkörper.

Die Untersuchung des soeben eingelieferten Gelenkverletzten hat zu erforschen:

a) ob die Verwundung mit Wahrscheinlichkeit von einem Glattdgeschoß oder einem Rauhgeschoß herrührt. Das Aussehen der Wunde und die Angaben des Patienten werden hierüber meist Aufschluß geben;

b) ob ein Durchschuß oder ein Steckschuß vorliegt;

c) von welcher Art und Schwere die begleitende Knochenverletzung ist. Die Röntgenaufnahme gibt hierüber am besten Aufschluß, und der eine von uns (KÜTTNER) hat es ebenso angenehm empfunden, daß in vielen der stabilen Feldlazarette seines flandrischen Beratungsbereiches gute Röntgenapparate zur Verfügung standen, wie der andere von uns (LANDOIS) in seinem mobilen Feldlazarett den Röntgenapparat vermißt hat.

Nachdem diese drei Punkte Aufklärung gefunden haben, wird zur Operation geschritten. In Narkose wird der Schußkanal exzidiert, alles infektionsverdächtige Gewebe wird entfernt und die Öffnung im Gelenk freigelegt. Das Loch in der Gelenkkapsel wird erweitert und ausgeschnitten, alle Fremdkörper, wie Tuchfetzen, Geschoß- und Knochensplitter, werden entfernt, Blutgerinnsel ausgewischt, vorspringende Knochenkanten abgetragen. Bei Durchschüssen wird in dieser Weise sowohl im Bereiche der Einschuß- wie der Ausschußstrecke vorgegangen. Nach sorgfältiger mechanischer Reinigung des Gelenkinnern erfolgt eine antiseptische Spülung.

Ist das Gelenk sekundär durch eine extrakapsuläre Fraktur in Mitleidenschaft gezogen, so empfiehlt es sich, die das Gelenk eröffnenden Fissuren von der Gelenkhöhle



aus abzudichten, um das Übergreifen einer Infektion von der Frakturstelle her zu verhüten. PAYR hat geraten, diese Fissuren mit Wachs zu füllen, doch dürfte bei klaffenden Sprüngen auch eine solche Wachsplombe keinen genügenden Abschluß erzielen.

## ad 2. Der primäre Verschuß der Gelenkkapsel.

Diese Maßnahme, welche den älteren Anschauungen entgegenläuft, hat sich als höchst segensreich herausgestellt, denn ein Gelenk, welches offen bleibt, ist funktionell verloren, weil die Einwanderung der Bakterien und die mehr oder weniger schwere Infektion des gesamten Gelenkkapselapparates niemals ausbleibt. Deshalb ist der primäre Verschuß der Gelenkkapsel bei der ersten Wundrevision unbedingt zu fordern. Nachdem die eben geschilderte Entfernung aller Fremdkörper und allen infektiönsverdächtigen Materials aus der Gelenkhöhle mit größter Sorgfalt durchgeführt ist, wird eine kleine Kapselwunde sowohl am Einschuß wie am Ausschuß mit einigen feinen Seidennähten in einfacher Weise geschlossen. Handelt es sich jedoch um große Aufplüggungen und Zerreißen der Kapsel, so kann der Verschuß erheblichen Schwierigkeiten begegnen, zumal durch die unbedingt notwendige gründliche Anfrischung noch mehr Kapselmateriel verlorengegangen ist. Oft kann man sich so helfen, daß man die Gelenkkapsel in größerer Ausdehnung frei präpariert und nach der Stelle des Defektes hin verschiebt. Genügt dies nicht, so ist man genötigt, Plastiken aus den Faszien, Bändern und Muskeln der Nachbarschaft zu machen, wobei man wegen der Infektionsmöglichkeit auf möglichst gute Ernährung des zur Plastik verwandten Gewebes Bedacht nehmen soll. Läßt sich die Kapsel wegen der Größe des Defektes auf keine Weise zum Verschuß bringen, so kommt ihre direkte Fixierung am Gelenkknorpel in Frage. So hat LANDOIS bei einer Knieaufreißung die Kapsel mit Seidennähten an den Kondylenknorpel angenäht, während KRÜGER und LEHMANN die Fixierung mit Stecknadeln und Nägeln vornahmen.

Ob man über der genähten Kapsel und Faszie auch die Haut schließen soll oder vielmehr darf, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Manche Chirurgen, z. B. AXHAUSEN, haben einem solchen Vorgehen das Wort geredet, während LANDOIS entschieden warnt. Im allgemeinen dürfte es sich empfehlen, auf die Hautnaht zu verzichten und die äußere Wunde zu tamponieren, denn es können sich bei primärer Naht leicht fortschreitende Phlegmonen entwickeln, die nicht nur an sich sehr unliebsam sind, sondern auch trotz Verschlusses der Kapsel zur Infektion des Gelenkinnern führen können.

## ad 3. Die prophylaktische Bekämpfung der Gelenkinfektion und die Gelenkkapselfüllung mit einem Antiseptikum.

Wenn man auch in den leichteren Fällen von Gelenkschußwunden mit den bisher geschilderten Maßnahmen auskommt, so hat sich doch herausgestellt, daß für alle schwereren, der Infektion stark ausgesetzten Läsionen die vorbeugende Bekämpfung dieser Infektionen durch Füllung der Gelenkhöhle mit einer antiseptischen Flüssigkeit vorzuziehen ist. Nachdem die Kapsel durch Naht verschlossen worden ist, wird von der gesunden Seite oder bei Durchschüssen von einer gut zugänglichen, intakten Stelle aus ein Troikart eingestoßen und das Gelenk durch eine große Spritze mit dem Antiseptikum prall gefüllt, wobei sich zeigt, ob die Kapselnaht dicht ist. Sodann wird das Gelenk sauber gespült und zum Schluß wiederum mit dem Desinfizienz vollkommen gefüllt. Dadurch wird immerhin eine gewisse Wachstumshemmung der Bakterien erreicht; viel wichtiger aber ist die rein mechanische Wirkung der Injektion durch die Entfaltung der Gelenkkapsel. Unterbleibt die Füllung, so verklebt die entzündete Kapsel an allen Buchten und Nischen, es entstehen Schlupfwinkel für Bakterien, die dann von jeder einzelnen derartigen Stelle aus wieder ihre deletäre Wirkung entfalten können.

LANDOIS und KRÜGER haben sehr warm eine prophylaktische Gelenkspülung und Gelenkfüllung empfohlen, wenn bei ungünstigen äußeren Umständen eine endgültige operative Versorgung, z. B. von Gelenksteckschüssen, nicht möglich ist. So hat LANDOIS während der beiden Sommeschlachten im Herbst 1916 und Frühjahr 1918 bei Gelenksteckschüssen mit Ergüssen und kleinen Einschüssen häufig das Gelenk punktiert, den Hämarthros abgelassen, das Gelenk dann mit 3% Karbolsäurelösung gespült und prophylaktisch gefüllt; mit kurzem Bericht auf der Wundtafel wurde darauf der Patient in das nächste Lazarett mit Röntgeneinrichtung weiter befördert. KRÜGER empfiehlt, diese prophylaktischen Füllungen sogar auf dem Hauptverbandplatze vorzunehmen, wenn infolge der Gefechtslage der Abtransport von der vorderen Linie zu den rückwärtigen Lazaretten stockt. Wegen der einfachen Technik kann dieser kleine Eingriff auch bei großem Verwundetenandrang vorgenommen werden und sehr segensreich wirken, wenn für eine gute Fixierung des verletzten Gelenkes beim Transport Sorge getragen wird. Auf die Entschlüsse des Chirurgen der rückwärtigen Linie braucht diese Maßnahme keinerlei Einfluß auszuüben, da trotzdem sowohl eine konservative wie operative Behandlung möglich ist.

Wenn nun auch über die Bedeutung der antiseptischen Gelenkkapselfüllung Übereinstimmung unter den Kriegschirurgen herrschen dürfte, so gehen über die Wahl des Antiseptikums die Meinungen erheblich auseinander.

Viel Freunde hat sich im Weltkriege wieder die alte, schon 1874 von C. HÜTER eingeführte Karbolsäurebehandlung erworben, wie die Mitteilungen von MENNENGA, HEDDAEUS<sup>51)</sup>, KRÜGER<sup>52)</sup>, LANDOIS, ZIEGNER, KEHL<sup>53)</sup>, AXHAUSEN, KOCHMANN<sup>54)</sup> und vielen anderen lehren. Im allgemeinen kamen 3%ige Lösungen zur Anwendung, seltener 5%ige. LANDOIS sagt: „Ich habe eigentlich dauernd meine frischen und alten Gelenkverletzungen mit 3%iger Karbolsäurelösung gespült, und ich war mit ihr so zufrieden, daß ich gegen Ende des Krieges kein Bedürfnis empfand, zur Vüzinbehandlung überzugehen.“ Besonders hervorgehoben wird auch die schmerzstillende Wirkung der Karbolsäurelösungen. Über Vergiftungen ist nichts bekannt geworden. Bei gelegentlichen Eiweißbefunden muß man immer die etwaige, gleichzeitig bestehende Gelenkinfektion und das Fieber in Betracht ziehen.

Die Karbolsäurewirkung spielt eine große Rolle auch bei den Heilaffekten, welche mit dem Phenolkampfergemisch erzielt worden sind. CHLUMSKY<sup>55)</sup>, der den Phenolkampfer zuerst anwandte, empfahl folgende Zusammensetzung:

Acidi carbolici purissimi	30,0%
Camphoris tritae . . . .	60,0%
Alcohol. absolut. . . . .	10,0%

Nachdem POHL und SCHIELE das Gemisch bereits bei Gelenkinfektionen angewandt hatten, wurde es von PAYR allgemein eingeführt und hat sich ausgezeichnet bewährt. Gegen das von CHLUMSKY empfohlene Rezept sind wegen der Möglichkeit der Vergiftung Einwendungen erhoben worden, doch haben sich die Befürchtungen als übertrieben herausgestellt; allerdings rät PAYR, nur in Gelenke zu injizieren, die einen größeren Erguß aufweisen. Die günstige Wirkung des Phenolkampfers beruht wohl, wie die der Karbolsäure, auf der Hyperämie und der Schmerzstillung; eine eigentliche Desinfektion des Gelenkes wird ebensowenig wie bei der Karbolsäure erreicht, wohl aber darf mit einer Wachstumshemmung der Bakterien gerechnet werden. Da das Gemisch in allen entzündeten Gelenken eine starke Exsudation hervorruft, so ist auch die dadurch bedingte Kapselentfaltung als heilsamer Faktor anzusehen.

Wie die Karbolsäurepräparate, so haben auch die Jodpräparate in der antiseptischen Behandlung der Gelenkschüsse eine gewichtige Rolle gespielt. Jodtinktur, deren günstige Wirkung auf Gelenkinfektionen von DREYER<sup>56)</sup> experimentell festgestellt worden ist, wurde ebenso wie die Lugolsche Lösung vielfach angewandt,

und hat sich nach PAYR und LEHMANN<sup>57)</sup> bewährt. Ein anderes Jodpräparat, welches URTEL<sup>58)</sup> empfohlen hat, ist ein Gemisch von 3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung in saurer Jodkaliumlösung von folgender Zusammensetzung:

Kali jodati . . . . .	2,0%
Acid. acetici dilut. (30%) . . . . .	5,0%
Aq. dest. ad . . . . .	100,0%

Beide Lösungen werden vor dem Gebrauch zu gleichen Teilen gemischt, worauf sich Sauerstoff entwickelt.

KÜTTNER sah gute Erfolge von der Aspiration größerer, vor allem entzündlicher Ergüsse und nachfolgender Injektion von Jodoformglyzerin, wobei die gleiche Technik und Dosierung zur Anwendung gelangte wie bei der Behandlung kalter Abszesse. Leider konnte diese Therapie in den späteren Phasen des Krieges aus Mangel an brauchbarem Glyzerin und Öl nicht fortgesetzt werden; Humanol, welches als guter Ersatz anzusehen ist, stand nicht zur Verfügung. 10% Jodoformätherlösung wurde von HEDDAEUS empfohlen.

Von Farbstoffen wurden angewandt Pyocyaninum coeruleum (MERCK) in 5%iger Lösung durch I. WITT und Gentianaviolettlösung 1:1000 durch CHURCHMAN<sup>59)</sup>.

Die Dakin-Carrel'sche Lösung, welche bei unseren Gegnern eine so große Rolle gespielt hat, hat sich auf unserer Seite geringerer Beliebtheit erfreut. Zum Teil lag dies daran, daß die infolge unserer außerordentlichen Notlage sehr spärlich vorhandene Wäsche bei dem völligen Mangel an Gummistoffen durch die Lösung sehr stark angegriffen wurde, besonders aber war die Stabilität, welche diese Behandlung erfordert, wenn sie bei frischen Verletzungen von wirklichem Erfolge sein soll, nur stellenweise zu erreichen. Der Gegner an der Westfront arbeitete in dieser Beziehung unter wesentlich günstigeren Verhältnissen, da er bei dem in umfassender Weise ausgebauten Eisenbahnnetz und den Transportmitteln, welche die ganze Welt lieferte, die Möglichkeit hatte, frisch Verletzte rasch und schnell in stabile, ausgezeichnete Lazarette zu überführen. Wo dies an unserer Front, wenn auch nirgends in gleicher Vollkommenheit, möglich war, hat auch das Dakin-Carrel'sche Verfahren bei schweren Gelenkverletzungen gute Resultate gezeitigt. Der eine von uns (KÜTTNER) hatte in einem Teile seines Beratungsbereiches, nämlich an der flandrischen Küstenfront, in den sehr gut eingerichteten Lazaretten der Marine Verhältnisse, unter denen die frühzeitig primär operierten, schweren Gelenkschüsse nach DAKIN-CARREL behandelt werden konnten und längere Zeit in den gleichen Lazarettformationen verblieben. Die Erfolge waren so erfreuliche, daß nur dringend zur Übertragung des Verfahrens in die Friedenschirurgie geraten werden kann.

Schließlich sind die Morgenrothschen Chininderivate zu nennen, unter denen das Isoktylhydrokuprein, das von KLAPP<sup>60)</sup> Vuzin genannte Präparat, sich als das in der Wundbehandlung wirksamste herausgestellt hat. Auch bei Schußverletzungen der Gelenke ist es in großem Umfange angewandt worden und hat sich entschieden bewährt, wenn auch die Ansichten darüber keine einheitlichen sind. Meist wurde das Vuzin auch bei den Gelenkverletzungen, wie überhaupt zur Tiefenantiseptik mittels Umspritzung, in einer Lösung 1:10000 angewandt, der noch Novokain und Adrenalin zugesetzt wurde. KLAPP hat über 57 mit Vuzin behandelte Gelenkschüsse berichtet, unter denen sich 33 Verletzungen des Kniegelenkes befanden. Von diesen wurden

reseziert . . . . .	2 Gelenke
amputiert. . . . .	3 „
vollkommen oder fast vollkommen beweglich . . . . .	25 „
mittlere Beweglichkeit erhielten. . . . .	13 „
geringe Beweglichkeit erhielten . . . . .	4 „
versteift sind . . . . .	10 „



Diese günstigen Resultate KLAPPS sind von verschiedenen Seiten bestätigt worden, so von STIEDA<sup>61)</sup>, KRÜGER, JANZEN, FENNER<sup>62)</sup>, HAUKE<sup>63)</sup>, SCHÖNE<sup>178)</sup>, KÖRTE<sup>181)</sup> u. a. FENNER, der 1%ige Lösungen anwandte, sah von 41 Kniegelenkschüssen 30 primär heilen; bei 11 Verwundeten war der Verlauf kompliziert, jedoch nur dadurch, daß die primäre Gelenkkapselnaht nicht hielt. Der eine von uns (KÜTTNER), welcher selbst bei einer Rauhgeschößverwundung erfolgreich mit Vuzin behandelt wurde, hat das Mittel während der großen Kämpfe in Flandern 1918 vielfach auch bei Gelenkschüssen angewandt und einen guten Eindruck gewonnen.

Es ist schwer, über die Wahl des Antiseptikums bei der primären operativen Behandlung der Gelenkschüsse ein Urteil abzugeben, denn es führen viele Wege nach Rom. Es kommt weniger darauf an, ob nun gerade Karbolsäure-, Jod- oder Chininpräparate zur Anwendung gelangen, als darauf, daß die Frühoperation und die primäre Kapselnaht ausgeführt werden. Allerdings wird der gute Erfolg dieser beiden Maßnahmen durch die Füllung des Kapselraumes mit einem der oben empfohlenen Antiseptika entschieden unterstützt.

\*       \*       \*

Eine Frage von großer Bedeutung ist die, **in welchen Lazarettformationen** die primäre operative Behandlung der Gelenkschüsse stattfinden soll. Unbedingt zu verwerfen ist die operative Inangriffnahme dieser Verletzungen auf den Hauptverbandplätzen, es sei denn, daß eine gleichzeitige Gefäßläsion zu frühzeitigem Eingriff nötigte oder daß bei schwerster Zertrümmerung die primäre Amputation angezeigt sei. In allen anderen Fällen erhält der Gelenkverletzte auf dem Hauptverbandplatze einen gut fixierenden Verband und wird mit diesem bei nächster Gelegenheit abtransportiert. Eine Polypragmasie bei Gelenkschüssen in Sanitätsformationen, die nicht über die genügenden Hilfsmittel und die Möglichkeit verfügen, den Verwundeten längere Zeit an Ort und Stelle zu behalten, ist ebenso bedenklich wie die operative Behandlung von Gelenkschüssen durch chirurgische Anfänger. Die Therapie der Gelenkverletzungen erfordert große Erfahrung und darf nur **geübten Chirurgen** anvertraut werden! Wird ein Gelenkschuß bei der Sanitätskompanie operativ angegriffen und mit einer frischen Kapselnaht weitertransportiert, so ist dies nicht minder verwerflich, als die Operation eines Schädelverletzten auf dem Hauptverbandplatze und seine rasche Weiterbeförderung. Nur eine durch die Kampfhandlungen gegebene Notlage kann den raschen Abtransport eines primär operierten Gelenkverletzten entschuldigen.

Aus diesen Gründen ist dafür Sorge zu tragen, daß Verwundete mit Gelenkschüssen so früh als möglich in Verhältnisse gelangen, unter denen eine kunstgerechte Versorgung mit allen Hilfsmitteln und eine längere stationäre Behandlung möglich ist. Der gegebene Platz ist also das mit Röntgenapparat ausgerüstete Feldlazarett. Ist eine Röntgeneinrichtung nicht vorhanden, so transportiere man den Verwundeten mit seiner frischen Verletzung lieber etwas weiter, natürlich nur, wenn dies ohne größeren Zeitverlust und in schonender Weise möglich ist. Wie wertvoll ein Röntgenapparat ist, haben wir oben bereits auseinandergesetzt und möchten es hier noch einmal betonen. THÖLE<sup>64)</sup> und RICHTER<sup>65)</sup> empfehlen sogar eine stereoskopische Röntgeneinrichtung; sie läßt sich zwar improvisieren, ist aber doch entbehrlich. In dem mit Röntgeneinrichtung ausgestatteten Feldlazarett — nicht selten war auch der unmittelbare Transport in die überall wohlversehene Kriegslazarette möglich — soll der primär Operierte so lange als irgend möglich verbleiben, denn nichts ist, wie wir sahen, für einen operierten Gelenkverletzten so schädlich wie ein zu früher Abtransport. Besonders empfehlenswert, aber leider nur schwer durchführbar ist die

Einrichtung von Spezialabteilungen für Knochen- und Gelenkverletzungen; sie ist von der Militärbehörde mehrfach getroffen worden (SCHENK<sup>66</sup>), BÖHLER<sup>67</sup>) und hat dann Vorzügliches geleistet.

Aus dem Gesagten ergibt sich bereits, welch großes Gewicht auf die **Nachbehandlung** des primär operierten Gelenkschusses zu legen ist. Sie sollte, wenn möglich, in der Hand ein und desselben erfahrenen Chirurgen bleiben, da dieser die etwaigen Änderungen des Krankheitsverlaufes und die entsprechenden Maßnahmen am besten beurteilen kann. Größte Sorgfalt und fortlaufende Beobachtung ist unbedingt erforderlich; daß sie aus strategischen Gründen vielfach nicht durchgeführt werden konnte, ist die Ursache, warum die Resultate der segensreichen primären Operation nicht immer und überall so gewesen sind, wie sie hätten sein können.

In den ersten Wochen muß auch das aseptisch heilende Gelenk geschient bleiben. Steigt die Temperatur, tritt stärkere Schwellung ein, so ist erneut zu punktieren, das Gelenk auszuwaschen und mit dem Antiseptikum neu zu füllen. Die aspirierte Flüssigkeit zeigt meist rötlichbraune Farbe, enthält Flocken und läßt den Geruch des ursprünglich verwandten Antiseptikums erkennen. Ist der Verlauf günstig, so darf nach 3—4 Wochen die Extremität täglich aus der Schiene herausgenommen und vorsichtig bewegt werden, ist aber danach wieder ruhigzustellen. Wird die Bewegungsbehandlung gut vertragen, so steigert man sie allmählich und läßt schließlich auch die Fixierung fort. Große Vorsicht ist jedoch am Platze, da sonst leicht eine ruhende Infektion aufflackert und alles bisher Erreichte zunichte macht. Überhaupt ist stets mit der Infektion, auch der Spätinfektion, zu rechnen, die dann trotz der langen Inkubation sehr stürmisch verlaufen kann und mit aller Sorgfalt nach den unten festgelegten Regeln zu behandeln ist. Manch gutes Resultat ist auch dadurch zunichte geworden, daß Gelenke, die bereits eine gute Beweglichkeit erlangt hatten, später für Transporte wieder ruhiggestellt wurden. Die Wiederaufnahme der Bewegungstherapie in der rückwärtigen Lazarettformation machte dann heftige Schmerzen, vielleicht auch Ergüsse und Temperatursteigerungen, so daß nun in Unkenntnis des bisherigen günstigen Verlaufes, und um nicht zu schaden, auf die Bewegungsbehandlung verzichtet und eine Versteifung des Gelenkes herbeigeführt wurde.

\* \* \*

Die primäre operative Behandlung der Gelenkschüsse in der bisher geschilderten Form versagt nun bei den **großen Gelenkzertrümmerungen** und muß hier durch andere Verfahren ersetzt werden. Gewiß soll man mit der konservativen Therapie so weit wie irgend möglich gehen; wird sie jedoch übertrieben, so schlägt der Vorteil in das Gegenteil um, und die nun einsetzende Infektion des schwerverletzten Gelenkes gefährdet die Erhaltung der Extremität und des Lebens. In Frage kommen hier die Resektion und die Amputation oder Exartikulation.

Die primäre Resektion ist nur angezeigt bei Trümmerschüssen, vor allem bei den intraartikulären Zerschmetterungen, bei denen ein Gelenkverschluß unmöglich ist.

Die primäre Amputation ist indiziert, wenn eine Gelenkresektion nicht mehr ausführbar ist. Die Absetzung muß erfolgen:

1. wenn die Extremität im Bereiche eines Gelenkes vollständig zermalmt ist;
2. wenn die ernährenden großen Gefäße der die Gelenkverletzung tragenden Extremität mit den großen Nervenstämmen zerrissen sind, so daß die Nekrose des Gliedes oder zum mindesten seine völlige Unbrauchbarkeit zu erwarten ist;
3. wenn sich bereits eine schwere, auch durch die Resektion nicht mehr aussichtsreich zu bekämpfende pyogene Gelenkinfektion oder eine gleichzeitige Gasinfektion der Weichteile entwickelt hat.

Näher braucht an dieser Stelle auf die Fragen der primären Resektion, Amputation oder Exartikulation nicht eingegangen zu werden, da diese Eingriffe und ihre Indikationen in besonderen Kapiteln des Handbuches ihre Bearbeitung finden, auch im speziellen Teil bei den einzelnen Gelenken vieles hierüber gesagt werden wird.

\*       \*       \*

## II. Die Behandlung der infizierten Gelenkverletzung.

Wenn wir von den schweren Gelenkläsionen und von den virulenten Infektionen absehen, bei denen der Chirurg froh sein muß, wenn er mit einem in günstiger Stellung steif gewordenen Gelenke die Extremität retten kann, so muß das Ziel jeder Behandlung eines infizierten Gelenkes nicht nur die Überwindung der Infektion, sondern auch die Erhaltung der Beweglichkeit sein. Allerdings ist dieses Ziel im Kriege noch schwerer zu erreichen als im Frieden, da die Patienten nur ausnahmsweise bis zum Abschlusse des Heilverfahrens in einer Hand bleiben, vielmehr fast durchweg die behandelnden Ärzte wechseln, deren Grundsätze in der Therapie der Gelenkinfektion nicht einheitliche sind und sehr stark von der persönlichen Erfahrung beeinflusst zu sein pflegen.

Bis in die neueste Zeit war die übliche Operationsmethode bei der Gelenkinfektion die breite Arthrotomie mit permanenter Gelenkdrainage und Feststellung in einer für die Funktion des Gelenkes möglichst günstigen Stellung. Das Resultat dieser Behandlung ist zwar vielfach eine Ausheilung der Eiterung und damit die Beseitigung der Lebensgefahr, aber mit großer Regelmäßigkeit die Verödung des Gelenkes und die Ausbildung einer Ankylose.

Die Vermeidung dieses ungünstigen Ausgangs ist das Ziel aller modernen therapeutischen Bestrebungen, unter denen die Stauungsbehandlung und die Methoden nach WILLEMS und PAYR die wichtigsten sind.

### a) Die Stauungsbehandlung der Gelenkinfektion.

Über die Bedeutung der prophylaktischen Stauung haben wir bereits auf S. 351 gesprochen; die Grundsätze, welche dort erörtert worden sind, gelten auch für die Stauungsbehandlung der Gelenkinfektion.

Die Stauung muß in diesen Fällen ganz besonders sorgfältig überwacht werden; daraus ergibt sich schon, daß diese Therapie nur unter verhältnismäßig günstigen äußeren Umständen bei mäßigem Verwundetenandrang durchgeführt werden kann. In Betracht kommen nur die weniger schweren Formen der Gelenkinfektion, also die Synovitis serofibrinosa haemorrhagica und das Empyem, nicht aber die Kapselphlegmone. Besonders muß darauf geachtet werden, daß die Operationsöffnungen nicht verkleben, damit der durch die Stauung hervorgerufene Sekretstrom nicht versiegt. Deshalb sind die Inzisionsöffnungen mit Sperrfedern oder kurzen Dräns offenzuhalten.

Wird die Stauung von einem mit ihr vertrauten Arzte sorgfältig durchgeführt, so können die Resultate sehr erfreulich sein, denn das Stauungsödem entfaltet den Kapselschlauch, verhindert eine frühzeitige Verklebung der Gelenkenden, wirkt bakterizid und schwemmt aus den Öffnungen die Bakterien und den Eiter heraus, was durch frühzeitige Aufnahme der Bewegungen noch begünstigt wird.

Gerade in dem letzten Punkte liegt das Schwergewicht und der große Vorteil einer richtig durchgeführten Stauungsbehandlung, aber sie bringt Schwierigkeiten und Gefahren. Denn, wenn ein nicht genügend erfahrener oder allzu beschäftigter Chirurg diese Therapie schematisch durchführen läßt, so gehen nicht nur alle Vorteile der Methode verloren, sondern es ergibt sich auch ein großes Risiko, da das Ödem die richtige Beurteilung des Lokalbefundes erschwert, paraartikuläre Abszesse, Über-



gänge in Kapselphlegmonen übersehen werden können und somit der richtige Zeitpunkt für eine eingreifendere Therapie leicht versäumt wird.

Es darf also nur ein allgemein erfahrener und mit der Stauungsbehandlung insbesondere vertrauter Chirurg diese Methode üben, wird aber dann auch viel Freude erleben<sup>68)</sup>, obzwar die Resultate bei den infizierten Gelenkverletzungen weniger günstig sind als bei den frischen, prophylaktisch gestauten Gelenkschüssen.

#### b) Die Arthrotomie mit sofortiger Bewegungsaufnahme nach WILLEMS.

Auf deutscher Seite liegen über diese Methode keine Erfahrungen vor, wohl aber finden sich in der kriegschirurgischen Literatur unserer Gegner, vor allem der Franzosen, zahlreiche Veröffentlichungen, welche sich mit dem Gegenstande befassen. In der Société de chirurgie ist des öfteren über das Verfahren des Genter Chirurgen gesprochen worden, meist in zustimmendem Sinne.

Nach WILLEMS Anschauung ist die übliche Arthrotomie deshalb von so geringem Wert, weil das normale Spiel des Gelenkes unterbrochen wird. Jede Immobilisierung führe zur Eiterverhaltung und damit zur Resorption von Toxinen. Werde dagegen das Gelenk von Anfang an bewegt, so quelle der Eiter aus den Schnittöffnungen heraus, alle Blindsäcke entleerten sich und Eiterverhaltungen kämen nicht zustande.

WILLEMS beginnt mit den Bewegungen des infizierten Gelenkes sofort nach der Arthrotomie noch auf dem Operationstische. Diese Bewegungen werden dann konsequent fortgesetzt, bis das Gelenk ausgeheilt ist. Das Wesentliche soll sein, daß die Übungen vom ersten Tage ab durchgeführt werden, da sie dann schmerzlos sein sollen. Immerhin geht aus einigen Veröffentlichungen hervor, daß sowohl von seiten des Patienten wie von seiten des Arztes große Energie aufgebracht werden mußte, in einer Publikation wird auch die große Konsequenz einer Schwester besonders betont. Wichtig sollen vor allen Dingen die aktiven, willkürlichen Bewegungen sein.

Es ist nach den Berichten kein Zweifel, daß mit diesem Verfahren auffallend gute Erfolge erzielt werden können. Indes ist die Zahl der Beobachtungen noch zu gering, um ein endgültiges Urteil zu gestatten. Fortlaufende Serien sind noch nicht veröffentlicht worden, und es bleibt abzuwarten, ob nicht bisher nur die guten Resultate bekanntgegeben worden sind.

#### c) Die Behandlung nach PAYR.

Die Forderung der möglichst frühzeitigen Entleerung des Eiters ohne erhebliche Schädigung der Gelenkkapsel wird nach PAYR durch folgende Maßnahmen erreicht:

1. durch kleine Einschnitte, wenn nötig, mit Drainage an den tiefsten Stellen des Gelenkes;
2. durch Verschluß der Gelenkkapsel;
3. durch aktive Füllung des Gelenkes und damit Entfaltung des Kapselschlauches;
4. durch frühzeitige Bewegung.

Wenn irgend möglich, soll verhindert werden, daß aus dem günstigeren Empyem die ungünstigere und gefährlichere Kapselphlegmone werde.

Handelt es sich um ein Empyem, so ist vor allem dafür Sorge zu tragen, daß etwa noch im Gelenk vorhandene Fremdkörper, wie Tuchfetzen, Projektilteile, Knochensplinter, operativ entfernt werden. Wir hatten bereits darauf hingewiesen, daß dies ein besonders wichtiger Akt der primären operativen Behandlung ist. Wurde die Fremdkörperextraktion bei der frischen Verletzung unterlassen oder nicht gründlich genug vorgenommen, so findet sie nach Ausbruch der Infektion natürlich unter wesentlich ungünstigeren Umständen statt, muß aber trotzdem durchgeführt werden, da jeder Fremdkörper die Ausheilung der Eiterung verzögert oder unmöglich macht.

Sind keine Fremdkörper zu extrahieren und liegt, wie aus den klinischen Erscheinungen geschlossen werden kann (s. S. 349), ein Empyem vor, so wird ein kleiner

Hautschnitt möglichst entfernt von den Schußöffnungen angelegt, präparatorisch auf die Gelenkkapsel vorgedrungen, diese zwischen zwei Pinzetten vorgezogen und eröffnet. Darauf läßt man den Gelenkinhalt ausfließen und fügt nun ein besonders geformtes Glas- oder Metallrohr ein, welches mit einigen Nähten an der äußeren Haut fixiert wird. Die Öffnung in der Gelenkkapsel soll nur so groß sein, daß dem Rohr eben der Durchtritt möglich ist und eine wasserdichte Einfügung erreicht werden kann. Wenn nötig, wird in der gleichen Sitzung, z. B. am Kniegelenk, die Drainage des hinteren Kapselabschnittes hinzugefügt (vgl. S. 397). Darauf wird das Gelenk mit einer desinfizierenden Flüssigkeit gründlich ausgespült und nun mit Phenolkampfer gefüllt. Ein Wattebausch verschließt fest wie ein Pfropfen die Rohröffnung. Durch sofortige ausgiebige Bewegungen sorgt man dafür, daß der Phenolkampfer in alle Teile des Gelenkes gelangen kann. Am nächsten Tage wird der Wattebausch entfernt, der Inhalt abgelassen und das Gelenk von neuem mit Phenolkampfer gefüllt. Diese Nachfüllung kann man noch 1—2mal wiederholen, solange das Gelenk noch schmerzhaft ist, der Inhalt noch Eiter enthält und die Temperatur noch erhöht ist. Es ist klar, daß der Phenolkampfer nur bei geschlossenem und entfaltetem Gelenk wirksam sein kann (vgl. S. 355). Bei großen Schnitten würde er sich nach flüchtiger Berührung mit der Gelenkintima sofort wieder entleeren. Das Rohr bleibt etwa 1 Woche liegen; es wird entfernt, wenn die Schwellung zurückgeht, das Exsudat klar wird, die Temperatur fällt und die Schmerzen nachlassen. Die kleine Öffnung verklebt durch Aneinanderlegen der Synovialfalten sehr bald. Von zu frühen Bewegungen im Gelenk haben wir eher Schaden als Vorteil gesehen. Wir raten daher, ebenso wie THÖLE<sup>69)</sup>, zur Vorsicht und haben im allgemeinen erst 14 Tage nach Abklingen aller entzündlichen Erscheinungen mit Bewegungen begonnen.

Dieses Payrsche Verfahren, welches bei Friedensempyemen, besonders den durch Pneumokokken und Gonokokken hervorgerufenen, ausgezeichnete Resultate gibt, hat sich auch im Felde bei reinen Empyemen von mäßiger Virulenz der Erreger gut bewährt, versagt aber doch bisweilen bei Streptokokkenempyemen und verhindert nicht immer den Übergang in die Kapselphlegmone, wie auch THÖLE, FRANZ u. a. gesehen haben.

Trotzdem wäre es sehr falsch, das Verfahren ganz zu verwerfen, wie es von verschiedenen Seiten geschehen ist; nur darf das Vertrauen in die Methode nicht zu weit gehen, es muß sorgfältig auf Verschlimmerungen geachtet und dann sofort ein aktiveres Verfahren eingeleitet werden. Überhaupt erfordert die Methode einen ruhigen, geordneten Lazarettbetrieb, und wir können hier nur noch einmal unsere Forderung unterstreichen, daß man Gelenkschüsse nicht „anoperieren“ und dann weitertransportieren darf, sondern, daß man sie gut verbunden und geschient sofort dorthin verbringen soll, wo sie in der Hand eines tüchtigen Chirurgen möglichst lange verbleiben können. Entwickeln sich dann Empyeme, so wird man bei konsequenter Durchführung der Payrschen Vorschriften gute Erfolge erzielen. LANDOIS<sup>33)</sup> sagt mit Recht: „Jede Behandlungsmethode hat ihre Grenzen, und Gelenkverletzungen, die durch Sprenggeschosse erzeugt sind und die primäre Resektion verlangen, sind eben nicht durch Phenolkampferbehandlung zur Heilung zu bringen. Der Erfolg hängt mehr oder weniger von der richtigen Indikationsstellung ab. Ein bewegliches Gelenk nach einer schweren Gelenkeiterung im Kriege zu erzielen, ist mir nie gelungen. Deswegen stehe ich den Angaben mancher Chirurgen, die nach Empyemen ein bewegliches Gelenk erzielt haben, mit einer gewissen Skepsis gegenüber.“

#### d) Die Behandlung der Kapselphlegmone.

Es ist von größter Wichtigkeit, daß der Übergang des Empyems in die Kapselphlegmone rechtzeitig erkannt und nicht Zeit mit Maßnahmen verloren werde, die für das Empyem passen, wenn der Patient bereits eine Kapselphlegmone hat. Bei dieser kommen wir mit den geschilderten Maßnahmen nicht aus, sondern müssen weit radikaler

vorgehen, und zwar hängen unsere chirurgischen Eingriffe von der Virulenz der Infektion und dem Allgemeinzustande des Patienten ab.

Ist die Infektion nicht sehr progredient, breitet sie sich langsam aus, läßt das Allgemeinbefinden des Verletzten nichts zu wünschen übrig, so tritt zunächst die ausgiebige Arthrotomie und Drainage des Gelenkes in ihr Recht, also das Verfahren, welches früher bei Gelenkeiterungen das allgemein übliche war. Die Drainageöffnungen sollen so angelegt werden, daß sie sich an den bei Rückenlage des Patienten tiefsten Punkten befinden und ausgiebigen Sekretabfluß gewährleisten. PAYR u. a. haben hierfür genaue operative Vorschriften gegeben, welche im speziellen Teile Berücksichtigung finden werden. Mit diesen Maßnahmen wird man noch manche Ausheilung einer Kapselphlegmone, niemals aber ein bewegliches Gelenk erzielen. Spülungen durch die Dräns sind vielfach empfohlen worden; sie haben wohl nur in der ersten Zeit einen Zweck, solange keine Verklebungen um die Rohre eingetreten sind und diese nicht in einem von Granulationen eng umschlossenen Kanale liegen. Regelmäßiges Wechseln und Säubern der Dräns erscheint uns wichtiger als Spülungen.

Gehen nach diesen Maßnahmen die Erscheinungen einer progredienten Eiterung nicht bald zurück, so zögere man nicht mit der Aufklappung des Gelenkes, denn jetzt handelt es sich nur noch um die Erhaltung der Extremität; jede Aussicht auf Erhaltung der Beweglichkeit ist hinfällig geworden. Die Aufklappung ergibt, namentlich am Kniegelenk, gute Resultate, wenn man in breiter Distraction auf geeigneten Schienen mit großer Sorgfalt nachbehandelt (s. S. 397). An den übrigen Gelenken schreite man in diesem Stadium lieber sofort zur Resektion, da nur diese eine genügende breite Freilegung gewährleistet. Paraartikuläre Abszesse und Phlegmonen sind sorgfältig zu spalten, sonst nützt auch die bestausgeführte Aufklappung oder Resektion nichts. Tritt am Kniegelenk nach der Aufklappung nicht bald eine gute Granulationsbildung ein, geht die Temperatur nicht herunter, ist der hintere Rezessus Sitz von Eiterverhaltungen, so muß auch hier zur Resektion übergegangen werden, wenn nicht bereits die Amputation angezeigt ist. Gerade am Kniegelenk haben wir mit der Resektion keine guten Erfahrungen gemacht und zu viele Patienten verloren; der Erfolg ist zu unsicher, das Krankenlager dauert zu lange. Man zögere, wenn die Aufklappung nicht hilft, lieber nicht mit der Amputation, die doch wenigstens das Leben rettet.

Es gibt wenige Gebiete der Kriegschirurgie, welche eine so große individuelle Erfahrung des Chirurgen erfordern wie die Entscheidung des richtigen Zeitpunktes für die Amputation bei einer schweren Gelenkeiterung nach Schußverletzung. Handelt es sich um eine foudroyante Infektion mit Totalvereiterung und drohender Sepsis, so ist das Bild so schwer, daß kein Zweifel bestehen kann. Aber es gibt auch Fälle, in denen die Eiterung dauernd reichlich ist, das Fieber hoch bleibt und der Allgemeinzustand trotzdem nicht wirklich schlecht wird. Hier darf der erfahrene Chirurg abwarten, denn solche Gelenke können in monatelangem Verlauf ausgranulieren und mit Versteifung heilen. In einem Heimatlazarett, in dem man dem Patienten alle Pflege und Wartung angedeihen lassen kann, wird man in solchen Fällen bessere Erfolge erzielen und länger abwarten dürfen als im Felde. Der große Unterschied, der in dieser Hinsicht zwischen dem Material im Felde und in der Heimat besteht, muß immer wieder betont werden, denn er erklärt so manche Meinungsverschiedenheit unter den Chirurgen über die Behandlung dieser schweren Gelenkeiterungen. Auf der anderen Seite gibt es auch wieder Fälle, in denen der örtliche Befund gar nicht ungünstig ist, die Patienten aber sehr rasch herunterkommen und septisch zu werden drohen. Auch in diesen Fällen soll man nicht zu lange konservativ verfahren, denn es ist immerhin unendlich viel besser, daß ein Patient seine Extremität verliert, als daß er der Allgemeininfektion erliegt.

Kurz, es ist sehr schwer, hier allgemeingültige Regeln aufzustellen. Maßgebend ist die Erfahrung des einzelnen und der richtige Instinkt des Arztes, der durch keine



Bücherweisheit zu ersetzen ist. Wir sehen die wahre Aufgabe des beratenden Chirurgen im Felde gerade in der Entscheidung solcher Fragen. Allerdings müssen dann die beratenden Chirurgen auch wirklich erfahrene und bewährte Männer sein!

Großes Gewicht ist bei den schweren Gelenkeiterungen auf die Allgemeinbehandlung zu legen, und darin ist das Heimatlazarett im allgemeinen sehr viel günstiger gestellt als das Lazarett im Felde. Gute Erfolge sahen wir von der Sonnenbehandlung, die wir zu ruhiger Zeit selbst in den stabilen Feldlazaretten haben durchführen können und die von den Patienten stets als eine außerordentliche Wohltat empfunden worden ist. Unsere Erfahrungen stimmen hier durchaus mit den von VON EISELSBERG<sup>71)</sup>, BRAUN<sup>72, 73)</sup>, HOTZ<sup>74)</sup> u. a. bekanntgegebenen überein. Die Schwierigkeit liegt nur darin, daß eine rationell durchgeführte Heliotherapie ein ziemlich großes Personal erfordert, das im Felde, namentlich in den späteren Phasen des Krieges, nicht zur Verfügung gestanden hat.

## B. Spezieller Teil.

### 1. Schultergelenk.

#### I. Die pathologische Anatomie der Schultergelenkschüsse.

Wie an den übrigen Gelenken unterscheiden wir am Schultergelenk reine Weichteilschüsse und Knochenschüsse.

Die reinen Weichteilschüsse sind selten. Es handelt sich meist um Tangentialschüsse, die entweder am oberen Pol unter dem Akromion oder am tiefsten Punkte, dem Recessus axillaris, die Kapsel aufreißen oder perforieren. LANDOIS und ZIEGNER haben außerdem Einklemmungen von Granatsplittern zwischen Akromion und Humeruskopf ohne Knochenläsion gesehen. Erwähnt sei, daß VON LANGENBECK aus dem böhmischen Kriege 1866 zwei Fälle beschrieben hat, in denen das Geschloß durch das Schultergelenk hindurchgegangen war, ohne den Knochen zu verletzen. Da es sich in dem genannten Feldzuge um Geschosse sehr großen Kalibers gehandelt hat, ist der Mechanismus dieser Verletzung schwer zu verstehen.

Weit häufiger als reine Weichteilläsionen sind die Knochenschüsse des Schultergelenkes. Sie sind intrakapsuläre oder extrakapsuläre. Die intrakapsuläre Fraktur betrifft entweder nur den Humeruskopf oder auch die Pfanne; dabei kommen alle Übergänge von glatten, röhrenförmigen Perforationen der Spongiosa bis zu ausgedehnten Zersplitterungen vor (Abb. 214—216). Der extrakapsuläre Bruch ist entweder ein solcher des chirurgischen Halses, von dem Fissuren das Gelenk erreichen (Abb. 217), oder die Skapula ist in der Nähe der Pfanne frakturiert, und von dieser Bruchstelle aus dringen Sprünge in das Gelenk ein. Schließlich kommen Zermalmungen des ganzen Schultergelenkes namentlich durch grobes Geschloß vor; sie sind jedoch recht selten, da mit ihnen meist so schwere Gefäßverletzungen verbunden sind, daß die Verwundeten auf dem Schlachtfelde oder dem Transporte verbluten.

Auch bei den übrigen Schultergelenkschüssen haben wir mit Beteiligung wichtiger Nachbarorgane zu rechnen. Allerdings sind die komplizierenden Verletzungen am Schultergelenk viel seltener und weniger wichtig als am Hüftgelenk, denn das Schultergelenk steht weit vom Körper ab, während das Hüftgelenk in der Tiefe des Körpers verborgen ist. Namentlich die so häufigen Läsionen des Schultergelenkes in sagittaler Richtung verlaufen meist ohne Nebenverletzungen, während sie bei transversalen Schüssen gewöhnlich vorhanden sind. Zu erwähnen sind die gleichzeitigen Verwundungen der großen Gefäß- und Nervenstämmen, ferner die Läsionen der Thoraxorgane, welche so im Vordergrund des Symptomenkomplexes stehen können, daß der Schultergelenkschuß daneben ganz zurücktritt.

## II. Die Klinik der Schultergelenkschüsse.

Bei der **frischen, klinisch nicht infizierten Schußverletzung** des Schultergelenkes ist das klinische Bild abhängig von der Schwere und dem Umfange der Gelenkverletzung. In schweren Fällen, bei ausgedehnten Trümmerschüssen, ist die Diagnose meist ohne weiteres klar, da die Gelenkhöhle entweder eröffnet frei liegt oder knorpeltragende, in den Weichteilen liegende Knochensplitter die Beteiligung des Gelenkes sicherstellen. Anders bei kleinem Ein- und Ausschuß. Hier ist in erster Linie die Richtung des Schußkanals maßgebend, aus dem sich meist mit Sicherheit die Gelenkverletzung diagnostizieren oder ausschließen läßt. Weit weniger ist auf die Funktionsstörung zu geben, die auch bei freiem Gelenk, selbst bei reinen, unkomplizierten Weichteilschüssen eine sehr erhebliche sein kann. Ist das Gelenk betroffen, so pflegen am meisten die Rotation und die Elevation behindert zu sein. Der Bluterguß ist in frischen Fällen gewöhnlich unerheblich und schwer nachzuweisen, da das ergossene Blut aus den Kapselöffnungen aussickert und dicke Muskelmassen das Gelenk umschließen. Liegt die Verletzung einige Stunden zurück und sind die Kapselperforationen klein, so verkleben sie nicht selten und können dann den Hämarthros klinisch deutlich hervortreten lassen. Man darf ihn nicht verwechseln mit Blutergüssen in die großen Schleimbeutel um das Schultergelenk, die, wie die Bursa subscapularis, subcoracoidea, coracobrachialis, intertubercularis und subacromialis, häufig genug mitverletzt sind oder sich, bei Kommunikation des Schleimbeutels mit dem Gelenk, von diesem aus mit Blut füllen.

Erhebliche Schwierigkeiten kann die Diagnose einer Beteiligung des Gelenkes bei Metaphysenschüssen des Humerus bieten. Man wird, auch wenn diese Beteiligung klinisch nicht mit Sicherheit festzustellen ist, doch gut tun, mit ihr zu rechnen, da bei fast allen Schußfrakturen der Metaphyse Fissuren in das Gelenk hineinreichen. Von Bedeutung ist hier wieder das Röntgenverfahren, welches alle Einzelheiten der Knochen- und Gelenkverletzung weit klarer und übersichtlicher zeigt, als dies auch bei der genauesten klinischen Untersuchung möglich wäre.

Die Prognose der Schultergelenkschüsse wird durch die Häufigkeit der Infektion getrübt, die bei Raugeschoßverletzungen leider nur selten ausbleibt. Kommt eine Infektion nicht zustande, so ist die Prognose, namentlich der glatten Spongiosa-

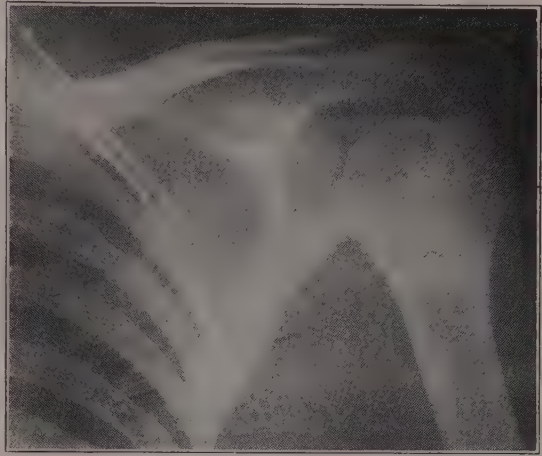


Abb. 214. Schußbruch des Tuberculum majus.  
(Breslauer Klinik.)

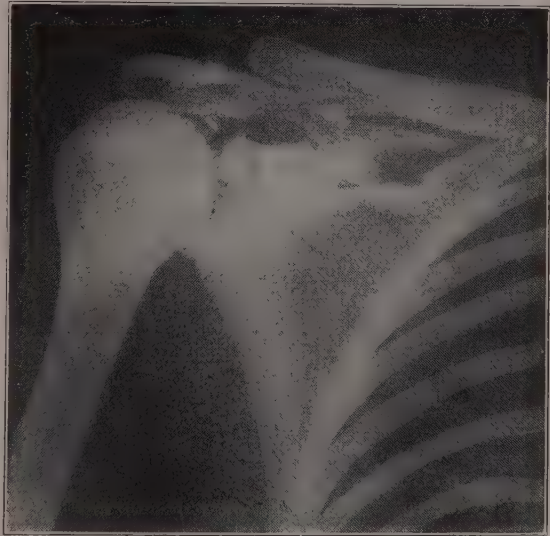


Abb. 215.  
Schußbruch von Akromion und Gelenkpfanne.  
(Breslauer Klinik.)

perforationen durch Vollmantelgeschosse, eine recht günstige, wie den einen von uns (KÜTTNER) die Beobachtungen im Südafrikanischen Kriege gelehrt haben. Auch bei typischen Schmetterlingsbrüchen der Metaphyse, welche das Gelenk beteiligen, kann die Heilung ohne jede Störung erfolgen, wenn die Glatzgeschoßfraktur, wie so häufig, bei richtiger Behandlung ohne Komplikation heilt. Leider traten diese günstigen Verletzungen in den späteren Phasen des Krieges ganz zurück neben den Läsionen durch die Splitter der groben Geschosse, und bei diesen sahen wir die Infektion nur selten ausbleiben.

Das **klinische Bild des infizierten Schultergelenkschusses** hängt naturgemäß von der Virulenz der Infektion ab, ist aber meist ein recht schweres und wird dadurch noch ungünstiger, daß das Gelenk am Übergange in den Rumpf liegt, progrediente, phlegmonöse Prozesse also leicht auf den Thorax übergreifen und im schlimmsten Falle nicht mit der gleichen Sicherheit durch eine verstümmelnde Operation ausgeschaltet werden können, wie dies bei peripheren Gelenken möglich ist.

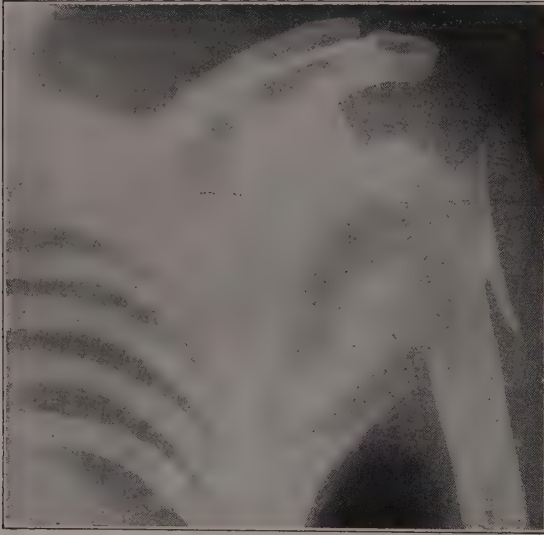


Abb. 216. Schwere infizierte Komminutivfraktur des Schultergelenkes.

(Breslauer Klinik.)

Alle oben geschilderten Formen der Infektion, die Synovitis serofibrinosa haemorrhagica, das Empyem, die Kapselphlegmone und die putride Gelenkentzündung, kommen auch am Schultergelenke vor und machen bald nur harmlose, schmerzhaft Gelenkschwellungen mit mäßigen Temperatursteigerungen, bald massige Eiteransammlungen, bald schwere, phlegmonöse Prozesse mit raschem Übergang in septische Allgemeininfektion. Auch alle Formen des Gasbrandes sahen wir bei Schultergelenkverletzungen von der umgebenden, mitbetroffenen Muskulatur ausgehen.

Bleibt ein Pyarthros längere Zeit bestehen, so bricht der Eiter nach außen als paraartikulärer Abszeß durch, und zwar an drei typischen Stellen:

1. Am Recessus axillaris, der bei Rückenlage des Patienten eine tiefe, durch Hochlagerung des Armes ausgleichbare Eitertasche darstellt.

2. Am Recessus subscapularis, von dem aus der Durchbruch nach vorn und unten erfolgt. Von beiden Stellen 1 und 2 senkt sich der Eiter zur Achselhöhle, vom Recessus subscapularis auch nach vorn unter den Musculus pectoralis major.

3. An der Bursa m. bicipitis. Von der tiefsten Stelle der Bursa, dort, wo die Innenhaut des Schleimbeutels sich auf die lange Bizepssehne überschlägt und einen Blindsack bildet, dringt der Eiter längs der großen Gefäße im Sulcus bicipitalis gegen den Arm vor und führt hier zur Bildung eines großen Abszesses. Das entzündliche Ödem nimmt dann den halben Oberarm ein und breitet sich über die Schulter auf den Rücken aus. Jede Berührung des Armes ist außerordentlich schmerzhaft, das Allgemeinbefinden ist gestört, die Temperatur steigt bis auf 40°. Der Übergang in Sepsis und Pyämie liegt besonders nahe (LANDOIS).

Auch durch Vermittlung der anderen, obengenannten Schleimbeutel kann, wie DRÜNER<sup>75)</sup> gezeigt hat, der Eiter seinen Weg nach den verschiedensten Richtungen nehmen und die chirurgische Behandlung des Pyarthros in hohem Maße erschweren.



### III. Die Behandlung der Schultergelenkschüsse.

#### a) Die Behandlung der frischen Schultergelenkschüsse.

Die konservative Behandlung ist angezeigt bei allen Gewehrsgeschoßdurchschüssen mit kleinem Ein- und Ausschuß, auch wenn offenbar eine Fraktur, selbst mit Splitterung, vorliegt, denn diese Verletzungen heilen, wie wir sahen, meist ohne Komplikationen. Wichtig ist eine gute Fixation, die sich am Schultergelenk durch Anbandagieren des Armes an den Thorax leicht erreichen läßt. Für den ersten Transport sind solche Verbände ausreichend; da sie bei längerem Bestehenbleiben der Fixation aber zu Versteifungen in ungünstiger Stellung führen, so ist sobald als irgend möglich zur Ruhigstellung in Abduktion des Oberarmes überzugehen. Diese wird am besten mit Hilfe des Triangelverbandes durchgeführt, den man sehr einfach mit Cramer-Schienen improvisieren kann. Bei starker Verkürzung durch Splitterfrakturen der Metaphyse ist der Extensionsverband angezeigt, den man über die Triangel nach abwärts leiten kann, bei stärkerer Dislokation aber besser im Bett bei starker Abduktionsstellung durchführt.

Handelt es sich um Rauhgeschloßverletzungen oder auch um Glattgeschloßwunden mit weitgehender Zertrümmerung und großen Schußlöchern, so ist die primäre operative Behandlung angezeigt, welche nach den auf S. 354 ff. besprochenen Grundsätzen durchgeführt werden muß. Bei Steckschüssen wird man individuell verfahren, das Steckgeschloß aber grundsätzlich dann sofort extrahieren, wenn es frei im Gelenkraume liegt oder die primäre operative Behandlung ohnehin angezeigt ist. Sonst wird man nur unter günstigen äußeren Umständen, vor allem bei Vorhandensein eines Röntgenapparates, die Extraktion ausführen und den Patienten sonst lieber bis zu einer Lazarettformation unoperiert weitergehen lassen, wo die Operation mit

Hilfe von Röntgenstrahlen unter günstigen Auspizien möglich ist. Besonders empfiehlt sich Zurückhaltung mit der Extraktion, wenn das Geschloß offenbar tief im Knochen des Oberarmkopfes selbst steckt, da in diesen Fällen die Entfernung nicht ohne breite Eröffnung des Gelenkes möglich ist und solche in der Tiefe der Epiphyse steckende Geschosse erfahrungsgemäß meist reaktionslos einheilen, auch wenn es sich um Rauhgeschloßsplitter handelt. Jede ernstere Infektion nötigt natürlich zur Durchbrechung aller dieser Grundsätze und zur sofortigen Operation, ob nun die äußeren Umstände günstige oder ungünstige sein mögen.

Daß die primäre Kapselnaht, wenn irgend möglich, anzustreben ist, ergibt sich schon aus den auf S. 355 angeführten Regeln. Sie pflegt gerade am Schultergelenk, selbst bei großem Kapseldefekt, keine besonderen Schwierigkeiten zu machen, da die Kapsel weit ist und man durch die Bewegungen des Armes nach den verschiedenen Richtungen jede Spannung ausgleichen kann. Die Nachbehandlung erfolgt am besten in rechtwinkliger Abduktion mit oder ohne Extension, doch muß je nach Lage der Kapselnaht bisweilen auch in anderer, z. B. in nach vorn elevierter Haltung, geschient werden.

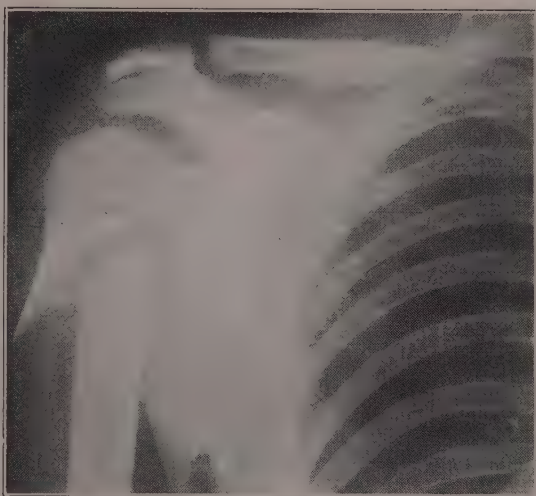


Abb. 217. Schußbruch des Humerus im Bereiche des Collum chirurgicum mit feinen Sprünge bis ins Schultergelenk.

(Breslauer Klinik.)

Besteht eine extraartikuläre Splitterfraktur mit Fissuren in das Gelenk, so kann man, wenn die primäre Operation angezeigt ist, die Sprünge nach PAYR mit Wachs abzudichten suchen.

Für gute Fixation ist ebenso Sorge zu tragen wie für genaue Kontrolle des Wundverlaufes, da trotz primärer Operation eine milde Infektion fast niemals ausbleibt und auf dem Wege der Fissuren doch schließlich zur Beteiligung des Gelenkes, meist in Form eines Empyems, führt.

Bei schwerer Zertrümmerung des Huméruskopfes wie der Pfanne und gleichzeitiger ausgedehnter Weichteilverletzung ist die primäre Resektion angezeigt. Geht man hier allzu konservativ vor, so ist man gewöhnlich wegen schwerer Infektion später genötigt, sekundär zu resezieren, und zwar unter sehr viel ungünstigeren Bedingungen, da die Phlegmone rasch auf den Thorax übergreifen pflegt. Die Resultate der primären Resektion bei Trümmerschüssen sind recht günstige, wie LANDOIS<sup>76)</sup> an Beispielen erörtert hat und wie KÜTTNER auch in anderen Feldzügen feststellen konnte.

Sehr selten ist die primäre Exartikulation im Schultergelenk angezeigt, da die allein in Betracht kommenden schwersten Zermalmungen meist schon auf dem Schlachtfelde oder dem Transporte zum Tode führen. Indiziert ist das Verfahren bei völliger Zerschmetterung des Schultergelenkes und gleichzeitiger Zerreißung der großen Gefäß- und Nervenstämme, also in Fällen, bei denen die Resektion nicht mehr in Frage kommt und die Erhaltung der Extremität aussichtslos erscheint. Auch drohender Gasbrand bei schwerer Verletzung ergibt gelegentlich eine Indikation zur Exartikulation.

#### b) Die Behandlung des infizierten Schultergelenkschusses.

In leichteren Fällen, namentlich beim einfachen Empyem, wird man zunächst versuchen, mit der Drainage auszukommen. Da die Abflußbedingungen an der Rückseite des Gelenkes bei Rückenlage des Patienten am günstigsten sind, so wird am besten durch den oben erwähnten Recessus axillaris drainiert in der unten angegebenen Weise. Allerdings läßt sich dann die Payrsche Phenolkampferbehandlung durch ein wasserdicht eingenahtes Glas- oder Metalldrän nicht durchführen, da das Desinfizenz mit dem Sekretstrom sofort wieder abläuft. In Fällen, in denen man dieses Verfahren anwenden will, muß man von vorn her drainieren (s. u.). Über günstige Resultate mit der hinteren Drainage haben VON TAPPEINER, PAYR und ZIEGNER berichtet.

Zeigt sich, daß trotz Drainage die Eiterung weiterbesteht, daß sie auf die Nachbarschaft übergreifen droht, so ist die sekundäre Resektion angezeigt, bei der ein breites Offenhalten der Gelenkhöhle möglich ist und weit bessere Abflußbedingungen geschaffen werden, namentlich wenn man die nunmehr entstehende große Höhle nach hinten drainiert. Die Resultate sind, was die Kupierung der Infektion anlangt, recht zufriedenstellende, wie der eine von uns (KÜTTNER) schon im Griechisch-Türkischen Kriege 1897 festzustellen Gelegenheit hatte. Die Funktion allerdings läßt nach der Resektion fast stets zu wünschen übrig; man muß froh sein, wenn man eine gut funktionierende Ankylose erzielt, bei der die Beweglichkeit des Schulterblattes kompensatorisch eintritt. Deshalb empfiehlt es sich, diese Fälle in horizontaler Abduktion nachzubehandeln und auch die Ankylose in dieser Stellung anzustreben.

Weiter ist die Resektion des Schultergelenkes angezeigt bei allen schweren Trümmerschüssen, die erst spät mit hohem Fieber und unter den Zeichen der Infektion in die Behandlung des Chirurgen treten und bei denen längeres Warten für den Patienten verhängnisvoll werden könnte (ZIEGNER). Es sind dies Fälle, die eigentlich der primären Resektion hätten unterzogen werden müssen. Die Prognose bei solchen Spätresektionen wegen schwerer Gelenkeiterung ist gerade beim Schultergelenk recht ungünstig, weil die Wundverhältnisse infolge der vielen Taschen und Nischen sehr



komplizierte sind. Die Patienten vertragen häufig den großen Eingriff einer Resektion nicht mehr und gehen an Entkräftung zugrunde. Der richtige Moment zur Gelenkresektion in diesen Fällen sind die ersten 24 Stunden oder die beiden ersten Tage, wie das schon VON LANGENBECK immer betont hat. BURCKHARDT und LANDOIS<sup>77)</sup> haben zu Anfang des Krieges durch sekundäre Schulterresektion beim Pyarthros eine Reihe von Verwundeten verloren und sind deshalb, wie wohl die meisten deutschen Chirurgen, Anhänger der Frühresektion bei Trümmerschüssen geworden.

Eine trostlose Operation ist die sekundäre Exartikulation im Schultergelenk, nicht nur wegen der furchtbaren Verstümmelung, sondern auch wegen der schlechten Resultate. Meist handelt es sich um sehr schwere progrediente Infektionen, welche durch die sekundäre Resektion nicht aufzuhalten sind und deshalb der Exartikulation unterworfen werden. Hier besteht meist schon eine septische Allgemeininfektion oder ein schwerer phlegmonöser Prozeß am Rumpfe, welche beide durch die Exartikulation nicht wirksam beeinflußt zu werden pflegen; außerdem sind die Patienten dem recht großen Eingriffe gewöhnlich nicht mehr gewachsen. Eine andere Kategorie von Exartikulationen betrifft Verwundete mit schweren Trümmerschüssen, bei denen die primäre oder sekundäre Resektion im geeigneten Zeitpunkte unterlassen wurde und die man nun noch durch die Auslösung im Schultergelenk zu retten versucht, fast stets ohne Erfolg. Die dritte Kategorie schließlich sind die schweren Gasbrandinfektionen, bei denen auch die Exartikulation im Schultergelenk den Übergang auf den Rumpf und die Gassepsis nicht zu verhüten pflegt. Wir haben gerade bei Gasbrand diese Operation des öfteren als *Ultimum refugium* ausgeführt, aber keinen dieser Patienten zu retten vermocht.



Abb. 218. Schwere Zerschmetterungsfraktur des Schultergelenkes mit Ausgang in Ankylose.  
(Breslauer Klinik.)

#### IV. Die operative Technik.

Alle Schnittführungen zur Eröffnung des Schultergelenkes sind diktiert von der Rücksicht nicht nur auf die großen Gefäß- und Nervenstämme, sondern auch auf die umgebenden, für die Funktion wichtigen Muskeln. Beide Forderungen zu erfüllen, ist nicht ganz leicht. Es würde z. B. die Eröffnung von der Achselhöhle her an sich sehr günstig sein, weil hier das Gelenk frei von Muskelbedeckung ist und der Recessus axillaris gleichzeitig den tiefsten Punkt des Gelenkes darstellt; aber die Rücksicht auf die großen Gefäß- und Nervenstämme läßt diesen Weg ungangbar erscheinen.

Ebensowenig empfehlenswert sind die Schnittführungen durch den *Musculus deltoideus*, obwohl sie früher sehr gebräuchlich waren.

Wichtig ist schließlich die Beachtung des *Nervus axillaris*, der am Unterrande des *M. teres minor* durch die laterale Achsellücke von hinten her mit der *Arteria* und *Vena circumflexa humeri posterior* zum Deltamuskel tritt und sich in ihm verzweigt.

Aus diesen Erwägungen ergeben sich als besonders empfehlenswert folgende Verfahren:



### a) Die Punktion des Schultergelenkes.

W. MÜLLER<sup>78)</sup> gibt folgende Vorschrift: Man palpiert bei mäßig abduziertem Arm die hintere Ecke des Akromions. Unter diesem fühlt man eine tiefe Lücke zwischen dem äußeren Rande des M. deltoideus und der Sehne des M. infraspinatus. Hier geht man mit dem Troikart in die Tiefe und erreicht ohne Schwierigkeit das Gelenk.

### b) Die Eröffnung des Schultergelenkes von vorn zur Entfernung von Fremdkörpern und zur Drainage nach PAYR.

Hautschnitt 10 cm lang am vorderen Rand des Deltoideus, am Schlüsselbein beginnend. Die zwischen Deltamuskel und Pectoralis major erscheinende Vena cephalica wird doppelt unterbunden. Der M. deltoideus wird nach außen gezogen. Das Gelenk ist von der Sehne des M. subscapularis bedeckt. Diese wird eingekerbt und gegen die Schulterhöhe gehoben. Die Gelenkkapsel wird mit einem zur Längsachse des Humerus annähernd senkrecht verlaufenden Schnitt eröffnet und ein Glasdrän eingeführt.

### c) Die Eröffnung und Drainage des Schultergelenkes nach hinten nach PAYR.

12—15 cm langer Hautschnitt am Hinterrande des M. deltoideus, von der Spina scapulae nach abwärts. Der hintere Rand des Muskels wird freigelegt und mit Haken stark nach lateral gezogen. Der M. infraspinatus und M. teres minor liegen frei zutage. Zwischen M. infraspinatus und teres minor wird scharf eingegangen. Beide Muskeln werden mit Haken auseinandergezogen. Spaltung der jetzt freiliegenden Gelenkkapsel von oben nach unten. Bei der Eröffnung der Gelenkkapsel muß man Vorsicht walten lassen wegen der Nähe der Arteria circumflexa humeri post. und des Stammes des N. axillaris. Einführen eines Glasdräns. Der abgezogene Deltamuskel wird an die Haut mit Nähten fixiert. Mit diesem Schnitt kann man auch Fremdkörper von hinten her aus der Kapsel entfernen und, wenn man gleichzeitig das Gelenk von vorn her eröffnet, von beiden Schnitten aus mit einer antiseptischen Lösung durchspülen.

### d) Die Aufklappung des Gelenkes.

Sie wird von PAYR für besonders schwere Fälle von Gelenkinfektion mit par-artikulären Eiterdurchbrüchen empfohlen. Der Deltamuskel wird vorn von der Klavikula, hinten von der Spina scapulae subperiostal abgelöst, so daß er am Akromion hängen bleibt. Die Lappen des Muskels werden nach außen zurückgeschlagen. Jetzt liegen die Muskeln, vorn der Subskapularis, hinten der Infraspinatus und Teres minor frei, die man nur zu durchtrennen braucht, um an das Gelenk heranzukommen. Die Ausdehnung des Eiterprozesses läßt sich gut übersehen.

Für die Resektion und Exartikulation finden sich die technischen Vorschriften in den betreffenden Abschnitten dieses Werkes.

Über die **Nachbehandlung** ist das Wesentliche bei den einzelnen Behandlungsmethoden bereits gesagt worden. Für den Abtransport in die Heimat empfiehlt LANDOIS einen gefensterten Gipsverband, bestehend aus einem Gipskorsett mit Armhülse, welche vorn an der Brust mit Aluminiumschiene fixiert wird. Auf die medikomechanische Behandlung in der Heimat ist das größte Gewicht zu legen.

## V. Ausgänge der Schultergelenkschüsse.

### a) Sterblichkeit.

In den Kriegen der vorantiseptischen Zeit war die Mortalität der Schultergelenkschüsse eine recht hohe. Sie betrug im amerikanischen Bürgerkriege nach OTIS 35,82% bei den konservativ Behandelten, 36,69% bei den Resezierten und 28,52% bei den

Exartikulierten. Im Deutsch-Französischen Kriege starben von den Verletzten mit Schultergelenkschüssen insgesamt 34,6%, von den Resezierten 42,6%, von den Exartikulierten 46,4%.

Aus den späteren Kriegen am Ende des vorigen und Anfange des jetzigen Jahrhunderts sind größere Statistiken nicht bekanntgeworden, auch aus dem Weltkriege liegen bisher nur kleinere Zahlenreihen vor, die daher wenig beweisen. VON TAPPEINER behandelte im Feld- und Kriegslazarett 32 Fälle mit 6,2% Mortalität; SCHENK, beratender Chirurg im Felde, berichtete über 27 Schultergelenkschüsse ohne Todesfall; ZIEGNER über 13 im Kriegslazarett behandelte Fälle mit 7,7% Sterblichkeit, während KOENNECKE im Heimatlazarett 14 Fälle ohne Todesfall sah. Das Bild, das diese Zahlen geben, ist ein viel zu günstiges. Wir haben im Felde eine weit höhere Sterblichkeit zu beklagen gehabt.

#### b) Endresultate bei den Geheilten.

Bei Tangentialschüssen ohne Knochenverletzungen erreicht man in den meisten Fällen ein bewegliches Gelenk, ebenso bei nichtinfizierten Oberarmschußbrüchen, vorausgesetzt, daß die medikomechanische Nachbehandlung frühzeitig und energisch einsetzt (ZIEGNER, VON TAPPEINER). Die Resektionen im Schultergelenk führen entweder zu einer Ankylose oder zu einem Schlottergelenk. Beide Folgezustände sind für den Verletzten von großem Nachteil. Ist der Arm in rechtwinkliger Ankylose mit dem Schulterblatt versteift, so ist die Funktion noch verhältnismäßig am günstigsten, da die Beweglichkeit der Skapula vikariierend eintritt. Beim Schlottergelenk dagegen hat der Arm jeden Halt verloren, brauchbar sind nur das Ellbogen- und das Handgelenk; allerdings läßt sich durch einen zweckentsprechenden Apparat, der das Schultergelenk fixiert, auch hier eine Besserung erzielen. Von der Größe des Knochendefektes, von der Erhaltung der Muskelansätze, von der Schwere der Infektion, von der Nachbehandlung und dem guten Willen des Patienten hängt das Endresultat schließlich ab. Daß man nach Resektionen gerade am Schultergelenk wirklich gute Erfolge erreichen kann, beweisen die Beobachtungen von VON LANGENBECK und ERNESTI, aber sie waren doch die Ausnahme. GURLT hat bei 213 Schultergelenkresektionen aus den vier deutschen Kriegen folgendes Endresultat gefunden: günstig 94=44,13%, ungünstig 119=55,86%.

PH. ERLACHER untersuchte 284 geheilte Schultergelenkverletzungen aus dem Weltkriege 1914–1918, bei denen 20 Resektionen ausgeführt worden waren und 22 schwerste Zertrümmerung des Gelenkes vorgelegen hatten.

Bei diesen 284 Nachuntersuchten fanden sich:

86 mal	Ankylosen,	
46 „	Schlottergelenke,	
40 „	stark	} eingeschränkte Beweglichkeit,
107 „	mäßig	
5 „	normale Beweglichkeit.	

Das verletzte Schultergelenk stellt den größten Prozentsatz an Schlottergelenken.

## 2. Ellbogengelenk.

### I. Die pathologische Anatomie der Ellbogengelenkschüsse.

Die Eröffnung des Ellbogengelenkes durch einen reinen Weichteilschuß ist selten. Sie ist an der Rückseite möglich bei einem Tangentialschuß des Gelenkes oberhalb des Olekranons, wobei die Trizepssehne abgerissen oder durchbohrt zu werden pflegt, ferner bei einem Steckschuß der hinteren Kapseltasche, wenn ein kleiner Rauhgeschosßsplitter medial oder lateral vom Olekranon eindringt und, ohne den Knochen zu erreichen, steckenbleibt. Noch seltener ist eine reine Weichteilverletzung

des Ellbogengelenkes an der Vorderseite, wo sie eigentlich nur lateral über dem Radiusköpfchen denkbar ist. LANDOIS<sup>79)</sup> hat einen solchen Fall beschrieben, in dem ein kleiner Granatsplitter sich zwischen Radiusköpfchen und Humerus in der Fovea capituli radii eingeklemmt hatte. Bei einem frontal verlaufenden Tangentialschuß, der ohne Knochenläsion an der Vorderseite das Gelenk eröffnet, tritt dessen Verletzung in den Hintergrund, weil wohl stets die Arteria brachialis und der Nervus medianus mitbetroffen sein dürften.

In allen übrigen Fällen liegen gleichzeitige Knochenverletzungen vor, und zwar sind sie entweder extrakapsuläre oder intrakapsuläre. Von extrakapsulären Frakturen, welche durch Fissuren das Gelenk beteiligen, sind vor allem die Schußbrüche des unteren Humerusendes zu nennen. Dieser harte Knochenteil pflegt stark



Abb. 219. Ausgeheilte Schußverletzung des unteren Humerus-epiphyse (V-Fraktur) mit Beteiligung des Ellbogengelenkes.

(Breslauer Klinik.)

zu splintern, so daß fast immer Sprünge in das Gelenk hineinreichen, auch wenn es sich nicht um T-, V- und Y-Frakturen handelt (vgl. Abb. 219, 222 u. 223). Auch von extrakapsulären Frakturen des oberen Radius- und Ulnaendes aus dringen häufig Fissuren in das Gelenk (Abb. 220 u. 221). In der Regel handelt es sich bei den Ellbogengelenkschüssen um intrakapsuläre Frakturen der verschiedensten Art, die entweder nur den Humerus oder einen bzw. beide Vorderarmknochen betreffen, häufig genug aber sowohl Humerus wie Ulna und Radius beteiligen. Einfache Perforationen sind auch bei reinen Gelenkschüssen wegen der geringen Entwicklung der Spongiosa im Ellbogengelenk selten, meist liegen Splitterungen vor. Von geringfügigen Absprengungen bis zu den schwersten Zermalmungen werden alle Übergänge beobachtet. Selten ist eine isolierte Fraktur des Radiusköpfchens wegen der engen Beziehungen dieses Knochenteiles zum benachbarten Humerus und zur Ulna.

## II. Die Klinik der Ellbogengelenkschüsse.

Bei der **frischen, klinisch nichtinfizierten Schußverletzung** des Ellbogengelenkes steht zunächst der Schmerz und die Funktionsstörung im Vordergrund.

Beide pflegen namentlich bei allen Knochenläsionen sehr beträchtlich zu sein; ist der Verwundete imstande, zu gehen, so stützt er den verwundeten Arm mit der gesunden Hand. Nur bei den seltenen reinen Weichteilschüssen ist die Funktionsstörung geringer, doch pflegt auch hier der Schmerz sehr beträchtlich zu sein, namentlich bei Steckschüssen.

Der niemals fehlende Hämarthros entwickelt sich bei allen Knochenläsionen sehr rasch, ist allerdings nicht immer klinisch nachweisbar, weil das in die Gelenkhöhle ergossene Blut aus größeren Schußlöchern ausläuft oder weil das Hämatom der ganzen Ellbogengelenkgegend rasch so beträchtliche Dimensionen annimmt, daß von den Einzelheiten der Gelenkkonturen schon nichts mehr nachzuweisen ist, wenn der Verwundete in die Hände des Arztes gelangt. Am reinsten kann der Hämarthros hervortreten, wenn extrakapsuläre Frakturen vorliegen und nur Fissuren in das Gelenk hineinreichen; allerdings wird auch hier die charakteristische Ausfüllung der Gruben zu beiden Seiten der Trizepssehne bald durch die diffuse Schwellung der ganzen Gelenkregion verwischt. Fluktuation ist an der medialen und lateralen hinteren Seitentasche des Gelenkes nur bei starker und praller Vorwölbung nachzuweisen, wenn das Blut keine Gelegenheit hatte, aus der Gelenkhöhle nach außen oder in die Nachbarschaft auszusickern. An der von den dicken Muskelmassen des Brachialis und Brachio-



radialis, von der Bizepssehne, den Gefäßen und Nerven überlagerten Vorderseite des Gelenkes ist der Hämarthros fast niemals als solcher nachweisbar.

Die Größe der Ein- und Ausschüsse ist außerordentlich verschieden. Sehr ungünstig sind die ausgedehnten Zermalmungen durch große Rauhgeschosse, Querschläger und Gewehrsgeschosse, die aus nächster Nähe wirken, namentlich, wenn gleichzeitig die Arteria cubitalis zerrissen ist (s. S. 375).

Wie bei allen Gelenkschüssen, so ist auch beim Ellbogengelenk das Röntgenbild von größter praktischer Bedeutung, weil es in der für den Verwundeten schonendsten Weise über alle Einzelheiten der Knochen- und Knorpelverletzung und über etwa im Gelenk liegende Fremdkörper Aufklärung bringt (vgl. Abb. 219–223). LANDOIS berichtet von Einklemmungserscheinungen, die dann auftreten, wenn ein kleines Geschoßfragment sich zwischen den Gelenkflächen festgesetzt hat.

Der **infizierte Gelenkschuß** zeigt auch am Ellbogengelenk alle Übergänge von der Synovitis serofibrinosa haemorrhagica bis zu den schwersten Formen der Kapselphlegmone. Schleichende, wenig virulente Infektionen können zunächst auf einen Abschnitt des Gelenkes beschränkt bleiben und erst nach und nach, namentlich bei unrationaler Behandlung, das ganze Gelenk ergreifen. Bei Granatsplittersteckschüssen kann diese Art der Infektion bisweilen gut beobachtet werden, doch können auch leicht Täuschungen über den wahren Sachverhalt unterlaufen, denn die vorderen Kapselabschnitte sind der direkten Beobachtung weit weniger zugänglich als die hinteren, auch kommt hinzu, daß bei der üblichen Lagerung ein entzündliches Exsudat und Ödem sich mehr nach hinten, unter Umständen auch nach einer Seite senkt, so daß trotz tatsächlicher Infektion des ganzen Gelenkes ein Abschnitt stärker befallen erscheint als der andere.

Reine Fälle von Empyem sieht man am Ellbogengelenk verhältnismäßig selten, sie können, wenn dem Eiter nicht Abfluß verschafft wird, zur Spontanperforation besonders an der Rückseite führen.

Sehr charakteristisch ist das Bild der schweren Kapselphlegmone, welches wir bei mangelhaftem Abtransport leider sehr oft gesehen haben, namentlich bei ausgedehnten Knochenläsionen. Die Ellbogengelenksgegend ist diffus geschwollen, die hochgradige, ödematöse Schwellung betrifft außerdem den ganzen Vorderarm und reicht gewöhnlich auch am Oberarm weit hinauf. Irgendwelche Gelenkkonturen sind nicht mehr zu erkennen. Die Rötung hat meist einen bläulichen, lividen Farbton, die Ein- und Ausschußwunde ist schmierig belegt und sondert reichlich ab. Das Allgemeinbefinden ist in hohem Grade beeinträchtigt, der Verwundete macht meist einen septischen Eindruck, die Schmerzen sind sehr erheblich, jede Bewegungsmöglichkeit ist ausgeschlossen, das Fieber pflegt nicht unter  $39^{\circ}$  zu betragen. — Auch bei der nicht gründlich operativ angegriffenen Kapselphlegmone sind wie beim Empyem Spontanperforationen des Eiters häufig. Am günstigsten ist der Durchbruch nach außen



Abb. 220.                      Abb. 221.  
Abb. 220 u. 221. Schußbruch der Ulna und des Radius  
mit starker Dislokation und Sprüngen in das  
Ellbogengelenk.  
(Breslauer Klinik.)

durch die Haut, erfolgt gewöhnlich durch die hintere Kapseltasche in der Fossa olecrani, wo die Gelenkkapsel am obersten Teil der Grube nur von der Intima gebildet wird. Sehr ungünstig aber sind Perforationen des Eiters in die tiefen Schichten der bedeckenden Muskulatur, weil daraus stets schwere, progrediente, tiefliegende Phlegmonen hervorgehen. Besonders gefürchtet ist der Durchbruch an der Beugeseite in den Schleimbeutel unter dem M. extensor digitorum communis, da die Phlegmone von hier aus unter den Beugemuskeln auf die Membrana interossea gelangt und dann in der Tiefe rasch gegen die Hand hin fortschreiten kann.

### III. Die Behandlung der Ellbogengelenkschüsse.

#### a) Die Behandlung des frischen Ellbogengelenkschusses.

Konservative Behandlung ist angezeigt bei glatten Gewehrsgeschoßdurchschüssen mit kleinem Ein- und Ausschuß, welche keine Anzeichen der Infektion auf-



Abb. 222.

Abb. 223.

Abb. 222 u. 223. Schußbruch der unteren Humerus-epiphyse. Sprung ins Gelenk mit Dislokation. Steckengebliebenes russisches Infanteriegeschöß.

(Breslauer Klinik.)

weisen. Solche Verletzungen hat der eine von uns (KÜTTNER) in früheren Feldzügen, namentlich in Südafrika, mit gutem Erfolge primär eingegipst. Auch bei Gewehrsgeschoßsteckschüssen kann man, wenn die Bedingungen für die Geschößextraktion ungünstig sind, vor allem kein Röntgenapparat zur Verfügung steht, zumeist konservativ verfahren und den Verwundeten in Schienenverbänden zum nächsten rückwärtigen Lazarett weitersenden, in dem dann die Extraktion unter günstigen äußeren Bedingungen vorgenommen werden kann. Zur Fixierung des Gelenkes genügen zur Not ein oder zwei rechtwinklige Pappschienen, die außen und innen über dem gut gepolsterten Verbands angelegt werden; besser ist die Feststellung in einer rechtwinklig gebogenen Cramer-Schiene, welche die Gegend der Wunden freiläßt und deren genaue Kontrolle ermöglicht.

Alle weniger günstigen Verletzungen erfordern eine primäroperative Behandlung, höchstens darf man noch bei kleinen, reaktionslosen Granatsplittersteckschüssen, wenn die äußeren Bedingungen für die Extraktion keine guten sind, auf die primäre Operation verzichten. Auch Schrapnellkugeln heilen bisweilen reaktionslos ein, doch sollten sie, da die Gelenkinfektion dabei durchaus die Regel bildet, lieber grundsätzlich primär entfernt werden, allerdings womöglich in einem Lazarett, in welchem durch Röntgenstrahlen eine genaue Tiefenbestimmung möglich ist.

Wenn irgend durchführbar, soll auch am Ellbogengelenk nach gründlicher Anfrischung der Wunde die primäre Kapselnaht gemacht werden, doch ist sie infolge der anatomischen Verhältnisse nicht so leicht auszuführen wie an manchen anderen Gelenken. Besonders ist sie häufig bei gleichzeitigen Frakturen erschwert, durch welche die Insertionspunkte der Kapsel abgesprengt sind. Trotzdem läßt sich die Naht nach Entfernung von Knochensplintern oft ermöglichen, worauf die Füllung des Gelenkes mit einem Antiseptikum angeschlossen wird. Für die Heilung der Verletzung und die spätere Funktion ist dieses Verfahren jedenfalls das vorteilhafteste.



Läßt sich wegen der Ausdehnung der Kapselzerreißung und Knochenzertrümmerung die primäre Kapselnaht nicht durchführen, so soll man nach gründlicher Ausräumung der Splitter wenigstens den Kapseldefekt nach Möglichkeit durch Naht verkleinern und ein Glasdrän einlegen, durch welches die Gelenkhöhle sofort und auch des öfteren im weiteren Verlauf mit dem Antiseptikum gespült werden kann. Der eine von uns (KÜTTNER) hat in solchen Fällen die Gelenkhöhle gern mit Jodoformbrei ausgewischt. Daß etwa vorhandene Projektilteile und Tuchfetzen bei der Anfrischung der Wunde und Ausräumung der Splitter sorgfältig zu entfernen sind, bedarf keiner Betonung.

Die gleichzeitige Verletzung der Arteria cubitalis stellt eine überaus schwere Komplikation der Ellbogengelenkschüsse dar. An und für sich wäre in solchen Fällen, wenn die Knochenverletzung nicht allzu schwer ist und die Erhaltung der Extremität überhaupt einen Sinn hat, die primäre Gefäßnaht angezeigt, denn die Arteria cubitalis ist eines von den Gefäßen mit ungünstigem Kollateralkreislauf. Aber die Erfahrungen des Weltkrieges haben gelehrt — und wir können dies auf Grund eigener Beobachtungen durchaus bestätigen —, daß die primäre Gefäßnaht bei Kriegsschußwunden sehr schlechte Resultate ergibt. Selbst bei ausgedehnter Anfrischung des Gefäßes bis in Partien hinein, die jede Gefahr eines Absterbens der Gefäßwand auszuschließen scheinen, haben wir nachträglich Nekrosen mit schweren Nachblutungen gesehen. Aber auch in Fällen, in denen die Gefäßwand nicht nekrotisch wird, ist sie durch direkte Quetschung oder durch Fernwirkung so geschädigt, daß es fast stets zur Thrombose kommt. Es ergibt sich also, daß die primäre Ligatur das gegebene Verfahren ist, und diese ist gerade an der Kubitalis häufig von Nekrose der Extremität gefolgt. Deshalb halten wir in Fällen schwerer Knochensplitterung und gleichzeitiger Verletzung der A. cubitalis die primäre Amputation für angezeigt, wie LANDOIS<sup>80)</sup> an lehrreichen Beispielen erläutert hat.

Die Schwere der Knochenverletzung allein indiziert bei erhaltenen Gefäßen und Nerven nur sehr selten die primäre Absetzung, die bei ausschließlicher Zerschmetterung der Vorderarmknochen und genügender Hautbedeckung auch einmal durch die primäre Exartikulation im Ellbogengelenk ersetzt werden kann. Weitgehende Knochensplitterung allein erfordert vielmehr die primäre Resektion des Gelenkes, welche vor allem bei Trümmerschüssen durch größere Granatsplitter geboten ist. Beschränkt man sich hier auf das konservative Verfahren der einfachen Splitter-ausräumung, so wird man vielfach wegen progredienter Infektion zur sekundären Resektion oder gar zur Amputation genötigt sein.

#### b) Die Behandlung des infizierten Ellbogengelenkschusses.

Nur in Fällen von reinem Empyem ohne Knochenverletzung kommt man mit der einfachen Drainage des Gelenkes aus, bisweilen sogar, wenn nur ein Teil der Gelenkhöhle infiziert ist, mit der Drainage einer Kapseltasche. Sollten Tuchfetzen oder kleine Projektilstücke eine solche verhältnismäßig gutartige Eiterung unterhalten, so müssen sie bei Gelegenheit der Drainage entfernt werden.

Besteht ein Totalempyem, so ist der vordere und hintere Kapselraum zu eröffnen, damit nach Ausräumung von Knochensplittern und anderen Fremdkörpern eine gründliche, regelmäßig zu wiederholende Durchspülung des Gelenkes stattfinden kann. Für die Behandlung mit Aspiration des Eiters und Füllung durch ein Antiseptikum, z. B. Vuzin, ist das Ellbogengelenk mit seinem komplizierten Bau und engem Kapselraum wenig geeignet.

Geht trotz ausgiebiger Drainage und Spülbehandlung die Eiterung nicht zurück, zeigt sie gar progredienten Charakter, so zögere man nicht mit der Aufklappung oder Resektion.

In Fällen schwerer Knochenverletzung mit den örtlichen und allgemeinen Symptomen einer ernstesten Infektion kommt man mit der einfachen



Entsplitterung und Drainage nicht aus, sondern muß sofort die Resektion vornehmen. Gelingt es mit dieser nicht, der Eiterung Herr zu werden, treten die klinischen Zeichen der septischen Allgemeininfektion immer mehr hervor, so kommt die sekundäre Amputation in Frage, die jedoch bei infizierten Ellbogengelenkschüssen verhältnismäßig selten angezeigt ist, es sei denn, daß man mit der Indikation zur primären Amputation (s. oben) allzu zurückhaltend gewesen ist.

Wenn nach Ligatur größerer Gefäße bei gleichzeitiger Splitterfraktur eine schwerere Infektion eintritt, so muß man auf Nachblutungen gefaßt sein. Erfolgt eine solche, so verliere man nicht unnötige Zeit mit Unterbindungen am Orte der Blutung oder der Wahl, sondern mache nunmehr sofort die Ablatio, die in solchen Fällen meist schon primär angezeigt gewesen wäre.

#### IV. Die operative Technik.

##### a) Die Eröffnung des Ellbogengelenkes von vorn.

Man kann die vordere Kapseltasche mit einem lateralen oder einem medialen Schnitt eröffnen. Für Gelenkschüsse kommen besonders die von PAYR und von KROH angegebenen Verfahren in Frage.

##### Lateralschnitt nach PAYR<sup>81)</sup>.

Hautschnitt 5—6 cm lang, auf der lateralen Humeruskante beginnend und über dem Epicondylus lateralis und dem Radiusköpfchen nach abwärts laufend. Die Gelenkkapsel wird entlang dem Bauche des M. extensor digitorum communis in der Längsrichtung der Extremität eingeschnitten und ein Querschnitt nach dem Dorsum hinzugefügt, der genau dem Gelenkspalt zwischen Radiusköpfchen und Condylus lateralis entspricht. Durch diesen T-Schnitt wird das Humero-Radialgelenk und die vordere Kapseltasche eröffnet, welche drainiert werden kann. Die Übersicht ist gut.

##### Lateralschnitt nach KROH<sup>82)</sup>.

Hautschnitt an der lateralen Humeruskante entlang, über den Epicondylus lateralis zum Radiusköpfchen. Die Gelenkkapsel wird eröffnet und das Periost ober- und unterhalb des Kapselschnittes gespalten. Sodann wird das Periost vom Humerus und Radius im Zusammenhang mit der Gelenkkapsel abgehobelt und die ganze Periost-Gelenkkapsellamelle in die Höhe gehoben. Gute Übersicht über die ganze vordere Kapseltasche.

Obwohl bei dem Krohschen Verfahren Zugang und Überblick ganz besonders gut sind, glauben wir doch der Payrschen Schnittführung den Vorzug geben zu sollen, denn die von KROH empfohlene breite Periostablösung ist zwar bei aseptischer Operation unbedenklich, dürfte aber bei bestehender Infektion leicht zu Nekrose der ihres Periostes beraubten Epiphysen des Humerus und Radius führen, auch eine weitere Ausbreitung der Eiterung auf den Knochen begünstigen. Damit aber wäre die Ankylose des Gelenkes unvermeidlich, die bei einem drainierten Empyem sonst durchaus nicht unbedingt eintreten braucht.

##### Medialschnitt nach PAYR.

Hautschnitt auf der Beugeseite des Gelenkes etwa fingerbreit lateral vom Epicondylus medialis. Der Schnitt wird zwischen dem M. pronator teres und M. brachialis angelegt. Der Pronator teres wird auf 1—1½ cm vom Epikondyl abgelöst und ulnarwärts gezogen, während man den Brachialis mit dem Gefäß- und Nervenbündel lateralwärts verzieht. Die vordere Kapseltasche ist nun zugänglich und wird in querer Richtung breit eröffnet.

Im allgemeinen wird für die Drainage der vorderen Gelenkkapseltasche der technisch einfachere Lateralschnitt genügen. Bei schweren Eiterungen kommt nach PAYR auch die Eröffnung an zwei Stellen mit dem Medial- und Lateralschnitt in Frage. Ist ein Fremdkörper, z. B. ein Granatsplitter, an der Innenseite des Gelenkes eingekellt, so ist der Medialschnitt nicht zu umgehen, den man übrigens auch mit der Bildung einer Periost-Kapsel-Lamelle nach KROH ausführen kann.

#### b) Die Eröffnung des Ellbogengelenkes von hinten.

Die einfache Inzision und Drainage der medialen oder lateralen hinteren Kapseltasche bei partieller Infektion des Gelenkes bedarf keiner besonderen Beschreibung. Für ausgiebigere Freilegung, besonders wenn von vorn und hinten zwecks regelmäßiger Spülung durchdrainiert werden soll, empfiehlt sich das

#### Verfahren nach PAYR.

Das Gelenk wird rechtwinklig gebeugt. Der Schnitt wird hinten am Oberarm außen entlang der Sehne des *M. triceps* gelegt bis zur Spitze des Olekranon. Der laterale Rand der Trizepssehne wird frei präpariert, der *M. extensor carpi radialis longus* eingekerbt. Nach Auseinanderziehen der Wundränder liegt die Gelenkkapsel frei vor. Sie wird eröffnet und ein Drain eingeführt. Die Fixation des Gelenkes geschieht in einem Winkel von  $130^\circ$ , da in dieser Stellung die Kapseltasche am besten entfaltet bleibt.

#### c) Die Trepanation des Ellbogengelenkes nach DOBERAUER<sup>83)</sup>.

DOBERAUER legt beim Pyarthros eine Trepanationsöffnung im Olekranon an. Er fängt mit kleinen Knochenbohrern an, nimmt dann dickere und fügt in den Knochenkanal ein Drän ein. Die Vorteile, die sich aus dieser Methode ergeben, sind nach DOBERAUER folgende: Die Drainage erfolgt am tiefsten Punkt, der Bandapparat des Gelenkes wird geschont; das Gelenk ist in toto zugänglich, während bei den Seitenschnitten nur immer bestimmte Teile erreichbar sind; die Gefahr der Nebenverletzungen von Nerven und Gefäßen fällt fort, und das funktionelle Resultat soll ein günstiges sein. Erfahrungen von anderer Seite scheinen nicht vorzuliegen.

#### d) Die Aufklappung des Ellbogengelenkes von hinten nach PAYR.

Längsschnitt über die Trizepssehne bis zum Olekranon, 5–6 cm lang. Die Trizepssehne und das Muskelfleisch werden Z-förmig in einer Länge von 4–5 cm gespalten. Nach Auseinanderziehen der Sehnenlappen wird die hinten freiliegende Gelenkkapsel quer eröffnet.

Die Technik der Resektion des Ellbogengelenkes ist in dem VON HABERERSchen Abschnitte dieses Werkes geschildert.

Die **Nachbehandlung** der operierten Ellbogengelenkschüsse wird zweckmäßig in Schienenverbänden oder in gefensterten Bügelgipsverbänden durchgeführt, welche die Wunden vollkommen freilassen und einen guten Abfluß der Sekrete gewährleisten. Am besten wird in rechtwinkliger Beugung nachbehandelt, doch hat LANDOIS bei schweren Infektionen auch gelegentlich in forciert spitzwinkliger Stellung verbinden müssen, um dem Eiter aus der vielbuchtigen Wundhöhle Abfluß zu verschaffen. Offene Wundbehandlung haben wir vielfach mit gutem Erfolge durchgeführt, KÜTTNER sah günstige Resultate auch von der Behandlung nach DAKIN-CARREL. Für den Abtransport der operierten Ellenbogengelenkschüsse empfehlen wir den Bügelgipsverband.

## V. Ausgänge der Ellbogengelenkschüsse.

### a) Sterblichkeit.

Die Mortalität der Ellbogengelenkschüsse ist während der noch in die vorantiseptische Zeit fallenden Feldzüge des 19. Jahrhunderts eine hohe gewesen. Sie betrug im Amerikanischen Bürgerkriege nach OTIS 19,4%, im Deutsch-Französischen Kriege bei den Deutschen nach dem Sanitätsbericht 20,8%, war also in beiden Feldzügen annähernd gleich hoch. Während der dem Weltkriege vorausgegangenen Feldzüge, in denen bereits die Errungenschaften der antiseptischen Wundbehandlung zur Geltung kamen, sind die Resultate weit günstiger gewesen, doch ist hier in Rechnung zu ziehen, daß vorwiegend Gewehrsgeschoßwunden zur Behandlung kamen. Trotzdem sah KÜTTNER im Griechisch-Türkischen Kriege auf türkischer Seite nach Verletzungen durch das 11-mm-Gras-Blei-Geschoß der Griechen sehr schwere Vereiterungen, die in einem nicht geringen Prozentsatz der Fälle zu Sekundäramputationen und auch zu Todesfällen führten. Allerdings ließen sowohl die Wundversorgung in der vorderen Linie wie die Transportverhältnisse bei den Türken alles zu wünschen übrig. Sehr günstig dagegen waren die Resultate der Ellbogengelenkschüsse, welche KÜTTNER im Südafrikanischen Kriege auf burischer Seite durch das kleinkalibrige Lee-Metford-Geschoß der Engländer hervorgerufen fand. Vereiterungen waren äußerst selten, primäre und sekundäre Amputationen wurden nicht notwendig.

Aus dem Weltkriege sind bisher nur kleine Zahlenreihen bekannt geworden, die ein endgültiges Urteil nicht gestatten. VON TAPPEINER behandelte im Feld- und Kriegslazarett 30 Verwundete mit Ellbogengelenkschüssen, von denen 1 (3,3%) starb, SCHENK<sup>84</sup>) (beratender Chirurg im Felde), ZIEGNER (Kriegslazarett), KOENNECKE<sup>85</sup>) (Heimatlazarett) berichten insgesamt über 50 derartige Verletzungen ohne Todesfall. Diese Zahlen dürften doch einen zu günstigen Eindruck hervorrufen, wenigstens sah KÜTTNER während der flandrischen Kämpfe des Jahres 1918 eine nicht unbeträchtliche Zahl schwerster Vereiterungen, welche Amputationen nötig machten, und tödliche, durch die Absetzung nicht aufzuhaltende Gasbrandinfektionen nach Granatsplitterverletzungen, welche außer dem Gelenk die Muskulatur des Ober- und Vorderarmes betrafen. Allerdings war der Eindruck in den vorhergehenden Kriegsjahren auf dem gleichen Kriegsschauplatze ein erheblich günstigerer gewesen, in Übereinstimmung mit dem Gesamteindrucke LANDOIS', daß wir im Weltkriege nur sehr wenig Menschen an Ellbogengelenkverletzungen verloren haben.

### b) Endresultate bei den Geheilten.

Auch hier kann aus dem Weltkriege nur von Eindrücken gesprochen werden, da Berichte über die bei den Geheilten erzielten funktionellen Resultate bisher leider nicht vorliegen. Wir sahen wenig Erfreuliches. Vereiterungen führen wohl ausnahmslos zur Ankylose, wenn nicht nach Resektionen Schlottergelenke zurückbleiben, die wir bei Nachuntersuchungen in der Heimat des öfteren festgestellt haben.

Ob die Enderfolge bei aseptischem Verlauf sehr viel günstiger sind, erscheint uns zweifelhaft. Unter englischen Gefangenen, welche KÜTTNER längere Zeit nach der Verletzung in Südafrika zu untersuchen Gelegenheit hatte, fanden sich auch einige Verwundete mit reaktionslos geheilten Ellbogengelenkschüssen durch das kleinkalibrige 7-mm-Mausergeschoß der Buren; trotz der verhältnismäßigen günstigen Verletzung waren Ankylosen zurückgeblieben. Dagegen sah KÜTTNER nach Beendigung des Weltkrieges 3 Verwundete mit Ellbogengelenkschüssen — 2 durch Gewehrsgeschoß, 1 durch kleinen Granatsplitter —, die konservativ behandelt worden waren und eine Beweglichkeit von 30—40° erreicht hatten. Günstig war auch der Erfolg bei folgendem von LANDOIS<sup>86</sup>) im Feldlazarett mit primärer Kapselnaht behandelten Patienten:

Ernst Th., am 29. 7. 18 durch Granatsplitter verwundet. Kommt abends ins Lazarett. — Einschuß zweimarkstückgroß innen in der Ellenbeuge in Höhe des Radiusköpfchens. Ausschuß hinten in gleicher Höhe. Das Radiusköpfchen ist abgebrochen und nach hinten außen luxiert. — Ope-



ration: Umschneidung des Ein- und Ausschusses, Reposition des abgebrochenen Radiusköpfchens. Kapselnaht, vorher Spülung mit 3%iger Karbolsäurelösung. Tamponade. Fixation in Cramer-scher Drahtschiene. — 10. 8. Abtransport fieberfrei. — Brief vom 2. 9. 19. Beugung im Ellbogengelenk bis zum rechten Winkel möglich.

PH. ERLACHER untersuchte 530 geheilte Ellbogengelenkverletzungen aus dem Weltkriege 1914—18, bei denen 47 Resektionen ausgeführt waren und 15 weitere Fälle schwerster Gelenkzertümmierungen vorgelegen hatten. Bei diesen 530 Nachuntersuchungen fanden sich:

234 mal	Ankylose,	
43 „	Schlottergelenk,	
37 „	stark	} eingeschränkte Beweglichkeit,
212 „	mäßig	
4 „	normale Beweglichkeit.	

### 3. Handgelenk.

#### I. Die pathologische Anatomie der Handgelenkschüsse.

Die reinen Weichteilschüsse scheinen am Handgelenk ganz besonders selten zu sein, da die Gelenkkapsel fast überall sehr straff mit dem Knochen verbunden ist. Meist sind wohl auch solche Verletzungen, welche klinisch als Weichteilschüsse imponieren, mit Fissuren oder anderen leichten Knochenläsionen verbunden. Am ehesten sieht man reine Kapselaufreißungen oder Perforationen noch an der Dorsalseite bei Tangentialschüssen. An der Volarseite kommen sie ebenfalls vor, kombiniert mit Verletzungen der Gefäße, Nerven, Sehnen und Sehnenscheiden. Ferner kann die Kapsel des ersten Handgelenkes seitlich zwischen dem Processus styloideus des Radius oder der Ulna und den entsprechenden Karpalknochen durch einen Schuß eröffnet werden, ohne daß der Knochen selbst getroffen zu sein braucht. Daß auch das Handgelenk ohne Knochenläsion durchschossen werden kann, hat VON SCHEVEN<sup>87)</sup> vor Jahren an Leichen festgestellt. Derartige Perforationen entstehen im Momente starker Radialflexion der Hand, wenn das Projektil zwischen der unteren Ulnaepiphyse und dem Os lunatum eindringt, den Discus articularis zerreißt und gleichzeitig das distale Radioulnar- und das Radiokarpalgelenk eröffnet.

In der Regel ist bei Handgelenkschüssen der Knochen beteiligt, und zwar ist, da die Handwurzelknochen auf engem Raume nebeneinander liegen, das Bild ein sehr mannigfaches, so daß nicht alle Möglichkeiten in den Kreis der Betrachtung gezogen werden können. Einige Typen, die häufiger vorkommen, hat LANDOIS<sup>88)</sup> aufgestellt; er teilt die Knochenschüsse ein in 1. extrakapsuläre Radiusfrakturen mit Sprüngen im Radiokarpalgelenk; 2. Ulnafrakturen mit Eröffnung des Radioulnargelenkes und des Radiokarpalgelenkes; 3. Frakturen der proximalen Knochenreihe des Handgelenkes (Steckschüsse); 4. Frakturen der distalen Knochenreihe des Handgelenkes (Steckschüsse); 5. Kombinationen der verschiedenen Frakturformen; 6. Frakturen der Metakarpalknochen und 7. vollkommene Zermalmungen des Handgelenkes.

GLAESSNER<sup>89)</sup> hat festgestellt, daß unter den so häufigen Schußverletzungen der Hand gerade die des Handgelenkes die seltensten sind. Die von ihm berichtete Tatsache, daß die linke Hand viel häufiger getroffen wird als die rechte, dürfte jedoch auch für die Handgelenkschüsse gültig sein. GLAESSNER fand auf 105 linke 55 rechte Handschüsse, also ein Verhältnis von fast 2:1.

Dies auch in sozialer Hinsicht wichtige Zahlenverhältnis ist nach GLAESSNER sicher kein zufälliges. Zunächst ist es klar, daß Gewehrsgeschoßverletzungen die linke Hand deshalb leichter treffen als die rechte, weil die linke Hand, am Gewehrlauf weiter vorn liegend, den feindlichen Geschossen stärker ausgesetzt ist. Daß diese Annahme zutrifft, geht unzweifelhaft aus der großen Zahl der Schußverletzungen des 3. Mittelhandknochens hervor, der wieder den am

meisten exponierten Teil des Handrückens darstellt. Man könnte einwenden, daß vielleicht die hier und da erwähnten Selbstverstümmelungen der linken Hand das Überwiegen der linksseitigen Verletzungen bedingen. Nach GLAESSNERS Erfahrungen, die sich auf eingehende Beobachtungen gründen, sind Selbstverstümmelungen jedoch ganz außerordentliche Seltenheiten gewesen. Nicht nur die Art der Verletzung, die Lage und Beschaffenheit von Ein- und Ausschußöffnung, sondern auch der dauernde, rege Eifer der Verletzten während der funktionellen Nachbehandlung und die Freude an einem guten Behandlungsergebnis, auch wenn dieses die Felddienstfähigkeit bedeutete, haben GLAESSNER in seinen Anschauungen bestärkt. Einen weiteren Beweis, daß die häufigere Verletzung der linken Hand nicht eine rein zufällige ist, erblickt er in der Tatsache, daß dort, wo durch Flankenfeuer vier Mittelhandknochen gleichzeitig durchschossen wurden, wenn also die linke Hand nicht vorn am Gewehrlauf lag, sondern ebenso wie die rechte beim Vorwärtsgehen neben dem Körper pendelte, beide Hände gleich häufig verletzt gefunden wurden.



Abb. 224.

Granatsplitterverletzung des rechten Handgelenkes im Bereiche des Daumens.  
(Breslauer Klinik.)

## II. Die Klinik der Handgelenkschüsse.

Nur selten fehlen nach der **frischen, klinisch nicht infizierten Schußverletzung** des Handgelenkes heftige Schmerzen, gewöhnlich sind sie in sehr ausgesprochenem Maße vorhanden. Ein Bluterguß ist meist nachweisbar, deutlicher als an vielen anderen Gelenken, obwohl ein Teil des Blutes durch die Schußlöcher ausfließt. Besonders an der Dorsalseite, wo das Handgelenk nur von dünnen Weichteillagen überdeckt ist, kann man trotz der stets vorhandenen Weichteilschwellung den Hämarthros leicht feststellen, dessen Abfließen aus den Schußlöchern gerade am Handgelenk wegen seines komplizierten Baus weniger leicht erfolgt als an anderen Gelenken. Ausfluß von Synovia ist wohl stets vorhanden, aber nur selten nachzuweisen. Erheblich leidet meist sofort nach der Verletzung das feine Spiel der Handgelenkbewegungen, welches mit zunehmendem Erguß ganz aufhört. Zwangshaltungen sind nicht selten, namentlich wird häufig eine starke Volarflexion der Hand beobachtet.

Der Umfang der Knochenläsion ist bei großen Schußlöchern annähernd zu schätzen, wenn auch nicht in Einzelheiten, die stets nur das Röntgenbild klarzustellen vermag (vgl. Abb. 224—226). Bei kleinem Ein- und Aus-

schuß ist die rein klinische Beurteilung der Knochenverletzung schon schwieriger, aber doch aus anatomischen Erwägungen möglich, während man bei Steckschüssen ohne Röntgenbild ganz im Dunkeln zu tappen pflegt. Verblüffend ist es, wie große Projektile oft in der Hand trotz ihres geringen Durchmessers steckenbleiben. Wir extrahierten einen Granatsplitter von mehr als Dreimarkstückgröße, der sich klinisch nicht mehr bemerkbar gemacht hatte als irgendein kleines Steckgeschöß.

Die Symptome des **infizierten Handgelenkschusses** sind bei der Kriegsschußwunde nicht leichter zu beurteilen als bei den schweren entzündlichen Prozessen, die wir in der Friedenspraxis sehen. Namentlich kann die Entscheidung, wieviel von den entzündlichen Erscheinungen auf das Handgelenk selbst, wieviel auf gleichzeitig durchgeschossene und phlegmonöse Sehnenscheiden kommt, recht schwierig sein.



Im Anfange bleibt die Infektion gewöhnlich auf den vom Trauma unmittelbar betroffenen Abschnitt des Gelenkes beschränkt; auf die Dauer ist dies fast niemals der Fall, vielmehr kriecht die Eiterung in dem komplizierten Spaltensystem des Handgelenkes weiter und ergreift dieses wohl stets über kurz oder lang in seiner Totalität. Die Ausbreitung der Infektion erfolgt gewöhnlich rasch. Der Abfluß des Eiters aus den Schußöffnungen ist immer ein ungenügender, infolgedessen steht der eitrige Inhalt unter hohem Druck, und die Neigung des Empyems zum Übergang in die Kapselphlegmone ist eine große.

Das Bild der ausgesprochenen Kapselphlegmone ist stets ein schweres. Das Allgemeinbefinden ist beträchtlich gestört, das Fieber hoch, der Schmerz sehr erheblich, nicht nur bei jeder Bewegung, sondern auch spontan. Der Kranke kann die Hand nicht selbst halten, sondern muß sie unterstützen. Die Handgelenkgegend ist in hohem Maße geschwollen, das teigige Ödem reicht zentral und peripher weit über die Grenzen des Gelenkes hinaus. Die Rötung der Haut ist sehr auffällig, wenn phlegmonöse Prozesse in den paraartikulären Weichteilen spielen; in anderen Fällen ist sie unbedeutend, wenn der Prozeß auf das Handgelenk beschränkt und von einem dicken Ödem überlagert ist.

Sehr bald pflügt bei der Kapselphlegmone der Eiter durch die Kapsel durchzubrechen und kann nun an verschiedenen Stellen zutage treten. Gewöhnlich folgte, wie bereits erwähnt, dem Schußkanal und gelangt von diesem aus in eröffnete Sehnenscheiden und Bindegewebssäume, in denen er fortschreitende, oberflächliche oder tiefe Phlegmonen hervorruft. Spontane, vom Schußkanal unabhängige Perforationen erfolgen ziemlich häufig auf der Dorsalseite zu beiden Seiten neben den Strecksehnen.

Solche Kapselphlegmonen, welche weithin die paraartikulären Weichteile beteiligen, treten trotz der Schwere der Infektion nicht selten in ein chronisches Stadium über und bieten dann ein höchst charakteristisches Bild. Die ganze Hand und der Vorderarm sind unförmig geschwollen, besonders stark in der Gegend des Gelenkes; aus den mit glasigen, schmierigen Granulationen ausgefüllten Schußöffnungen entleert sich reichlich ein dicker, oft stinkender Eiter; die Verfärbung der Haut hat einen mehr lividen, in anderen Fällen einen bräunlichroten Farbton; die Sehnen sind durch die begleitende Sehnenscheidenphlegmone zum Absterben gebracht, die Gelenkknochen von Eiter umspült und zum großen Teile nekrotisch, so daß bei Bewegungen deutliches Krepitieren nachweisbar ist. Namentlich im Osten haben wir diese Bilder bei den ungünstigen Transportverhältnissen häufig gesehen.



Abb. 225. Abb. 226. Zerstümmertes, vollständig vereitertes Handgelenk. (Breslauer Klinik.)

### III. Die Behandlung der Handgelenkschüsse.

#### a) Die Behandlung des frischen Handgelenkschusses.

Der konservativen Therapie muß gerade am Handgelenk ein breiter Raum gegönnt werden. Daß alle glatten Gewehrsgeschoßdurchschüsse konservativ zu behandeln sind, bedarf keiner besonderen Betonung, auch bei solchen mit größeren



Schußlöchern werden wir abwarten, solange Anzeichen der Infektion fehlen. Wir haben selbst bei recht ungünstigen Verletzungen dieser Art mit der konservativen Therapie gute Erfolge erzielt. Auch bei frischen Steckschüssen soll man mit der primären Operation zurückhaltend sein und nur eingreifen, wenn der Fremdkörper frei im Radiokarpal- bzw. Interkarpalgelenk liegt oder wenn ernstere Entzündungserscheinungen auftreten. Es ist auffallend, wie oft gerade im Bereiche des Handgelenkes Projektilfragmente einheilen. Es liegt dies daran, daß sie besonders häufig im Innern der spongiösen Knochensubstanz liegen, die, wie wir schon mehrfach betonten, der Einheilung von metallenen Fremdkörpern sehr günstig ist.

Treten mäßige Entzündungserscheinungen bei einem konservativ behandelten Handgelenkschuß auf, so kann nur dringend zur Anwendung der Bierschen Stauung geraten werden, welche gerade bei Handgelenkläsionen besonders gute Resultate zeitigt. Auch die prophylaktische Stauung ist sehr zu empfehlen, wenn sie irgend durchführbar ist.

Die primäre operative Behandlung findet am Handgelenk keine günstigen Vorbedingungen, weil die primäre Kapselnaht nur ausnahmsweise gelingt und auch die Füllung mit einem Antiseptikum in dem Spaltensystem des Handgelenkes nur unzuverlässig wirkt. Deshalb beschränke man die primäre Operation auf verschmutzte Wunden, bei denen die Weichteile und das Gelenk in größerem Umfange aufgerissen sind. Die Wunde wird gründlich angefrischt; auf Sehnen, Sehnenscheiden und Nerven ist trotzdem besondere Rücksicht zu nehmen, denn man halte sich immer vor Augen, daß wir es mit dem wertvollsten Extremitätenteil zu tun haben. Nach Entfernung der zerfetzten Wundränder, aller Fremdkörper und Knochensplitter wird gründlich mit 3%iger Karbolsäurelösung ausgespült, die Wunde vielleicht mit Jodoformbrei ausgerieben und auf jede Naht am besten ganz verzichtet. Nach dem aseptischen Verbande wird gut geschient und hochgelagert.

Eine typische primäre Resektion ist höchst selten angezeigt; fast stets genügt bei Trümmerschüssen die Entfernung einzelner, besonders schwer verletzter Knochen, denn auch hier soll das konservative Prinzip mit größter Gewissenhaftigkeit durchgeführt werden.

Die primäre Exartikulation im Handgelenk oder die primäre Amputation des Vorderarmes ist leider nicht allzuselten indiziert, denn abgesehen von den schwersten Zermalmungen durch feindliches Geschoß kommen für diese Operationen auch die furchtbaren Zerreißen der Hand in Frage, die man gelegentlich durch unvorsichtiges oder spielerisches Umgehen mit Granatzündern, Sprengkapseln und Handgranaten zustande kommen sieht. Ob man exartikuliert oder amputiert, hängt davon ab, wieviel von den Vorderarmknochen erhalten ist. Gerade an der oberen Extremität soll mit jedem Zentimeter Stumpflänge gezeizt werden, vorausgesetzt, daß dadurch nicht wirklich ungünstige Wundverhältnisse zustande kommen.

#### b) Die Behandlung des infizierten Handgelenkschusses.

Die oben festgelegten Grundsätze für die Behandlung infizierter Gelenke sind am Handgelenk ebenso schwierig durchzuführen wie die allgemein gültigen Prinzipien der primär operativen Behandlung. So tritt das Empyem nicht in der Form massiger Eiteransammlungen auf, denen man mit der typischen Drainage und Phenolkampfertherapie begegnen könnte, vielmehr steht ganz im Vordergrund des Infektionsbildes, wie wir sahen, das schleichende Weiterkriechen der Infektion von Gelenkspalte zu Gelenkspalte und der drohende Durchbruch der rasch entstehenden Kapselphlegmone in benachbarte Bindegewebsräume. Geht daher eine Infektion bei Hochlagerung und Stauung nicht rasch zurück, so muß dem Eiter gründlich Abfluß verschafft werden, um die geschilderten Komplikationen zu verhüten. Nur ist diese Forderung bei Berücksichtigung konservativer Grundsätze leichter aufgestellt als erfüllt. Bisweilen

genügt die Drainage durch den Schußkanal; auch das geräumige Radiokarpalgelenk läßt sich drainieren. Sitzt aber der Eiter, wie gewöhnlich, überall in den kleinen Gelenken zwischen den Handwurzelknochen, so kommt man nicht ohne Entfernung des einen oder anderen dieser Knochen aus, wobei die Bänderansätze möglichst zu schonen sind. Häufig ist man sogar genötigt, eine, selbst beide Handwurzelreihen zu opfern, um dem Eiter genügenden Abfluß zu verschaffen. Man sieht, daß am Handgelenke die Übergänge von der Drainage zur Resektion fließende sind und daß man nicht, wie an anderen Gelenken, ein bestimmtes Verfahren bei Beginn der Operation in Aussicht nehmen kann, sondern daß man sich, weit mehr als an anderen Gelenken, von dem Befunde leiten lassen muß. Besonderes Gewicht ist immer auf die sorgfältige Freilegung aller paraartikulären Abszesse und phlegmonösen Ausbreitungen zu legen, da sonst der Erfolg der Operation am Handgelenk selbst illusorisch ist. Deshalb ist das Operieren unter Blutleere dringend zu empfehlen, denn nur mit Hilfe dieses Verfahrens können wir den Eiterungsprozeß bis in die letzten Spalten und Winkel mit der notwendigen Genauigkeit verfolgen.

Die totale Handgelenkresektion mit Abtragung der Vorderarmepiphysen, wie sie VON LANGENBECK empfohlen hat, ist nur höchst selten angezeigt, da die Abtragung einer oder beider Handwurzelknochenreihen fast stets zur Kupierung des Eiterungsprozesses genügt und die funktionellen Resultate der totalen Resektion keine guten sind. Gelingt es mit diesem Verfahren nicht, der progredienten Eiterung Herr zu werden, ist die fortschreitende Sehnenscheiden- und tiefe Vorderarmphlegmone nicht aufzuhalten, so bleibt nichts als die Amputation des Vorderarmes übrig, um das Leben zu retten.

## 4. Die operative Technik.

### I. Die Punktion des Handgelenkes.

Sie wird am besten und sichersten am Dorsum des Handgelenkes ausgeführt, und zwar kommen nach W. MÜLLER<sup>90)</sup> zwei typische Stellen in Betracht:

a) Einstichstelle zwischen der Sehne des Extensor pollicis longus und der Sehne des Extensor digiti indicis am unteren Rande der unteren Radiusepiphyse; b) Einstichstelle an der Tabatiere, und zwar zwischen dem fühlbaren Radialispuls und der Sehne des Extensor pollicis longus neben dem Processus styloideus radii.

### II. Die Eröffnung des Radiokarpalgelenkes.

Schnitt auf dem Dorsum der Hand entsprechend der VON LANGENBECKschen Vorschrift für die Resektion. Durchtrennung der Haut zwischen der Sehne des M. extensor pollicis longus und der Sehne des Extensor digitorum communis. Die Sehne des Daumenstreckers wird radialwärts, die des gemeinsamen Fingerstreckers ulnarwärts gezogen. Das Lig. carpi dorsale wird zwischen den beiden Sehnen gespalten und das Gelenk am ulnaren Rande der Sehne des M. extensor carpi radialis brevis eröffnet.

Die Vorschriften für die Handgelenkresektion und die Vorderarmamputation finden sich in besonderen Abschnitten dieses Handbuchs. Betont möge nur werden, daß bei der Resektion nach Handgelenkschüssen besonderes Gewicht darauf zu legen ist, die freiliegenden, für die Funktion der Hand so wichtigen Sehnen vor der Nekrose zu bewahren. PAYR und VON TAPPEINER hüllen daher die Sehnen in einen bogenförmig abpräparierten Hautlappen ein und erhalten diese Lage durch einige Subkutannähte. Wo eine solche Umhüllung nicht möglich ist, kann man nach LANDOIS die Sehnen in einen großen Salbenlappen einschlagen und auf diese Weise vor der Austrocknung zu bewahren suchen.

Auf die Nachbehandlung ist wegen der funktionellen Wichtigkeit des Handgelenkes und wegen der Neigung des infektiösen Prozesses, an irgendwelchen Stellen wieder aufzuflammen und fortzuschreiten, ganz besonderes Gewicht zu legen. In der ersten Zeit der Wundbehandlung und nach Operationen verbindet man am besten in einer Mittelstellung zwischen Pronation und Supination. Zur Schienung eignet sich ausgezeichnet die Cramer-Schiene, die beliebig gebogen werden kann. Nicht nur die Gegend des Handgelenkes, sondern auch der Vorderarm müssen genau kontrolliert werden können, um paraartikuläre Prozesse rechtzeitig zu entdecken. Steile Hochlagerung wirkt günstig auf den Rückgang entzündlicher Erscheinungen und lindert die Schmerzen. Wenn die Temperatur seit einigen Tagen normal geworden ist, fange man mit Bewegungen an und lasse die Finger frei, damit deren natürliches Spiel beginnen kann. Große Vorsicht ist jedoch bei allen Bewegungen im Handgelenk geboten, da bei brüskem Vorgehen sehr leicht die Infektion von neuem einsetzt. Das richtige Maß zwischen Ruhigstellung und Bewegung zu finden, ist Sache des Arztes, der diese wichtige Aufgabe niemals dem Pflegepersonal überlassen darf.

Muß längere Zeit fixiert werden, so bildet sich sehr leicht eine Beugekontraktur im Handgelenk aus, die für die Funktion höchst unerwünscht ist. Ihr muß von vornherein entgegengearbeitet und deshalb in dorsalflektierter Stellung verbunden werden, welche selbst bei Ausbildung der Ankylose noch den Faustschluß ermöglicht. Sehr fehlerhaft ist auch das lange Tragen der Mitella. Wir haben schwere, irreparable Versteifungen nicht nur des Handgelenkes, sondern auch des Ellbogen- und Schultergelenkes dadurch zustandekommen sehen. Die Patienten haben große Neigung, die Mitella lange zu behalten, nicht nur, weil sie ihnen bequem ist, sondern auch, weil sie sich mit diesem Verwundetentuch, das auf allen Schlachtenbildern wiederkehrt, interessant vorkommen.

Mit der offenen Wundbehandlung und der Heliotherapie sind gerade bei Handgelenkertrümmerungen besonders gute Resultate erzielt worden, wie die Erfahrungen von H. BRAUN und KLAPP<sup>91)</sup> lehren.

### III. Ausgänge der Handgelenkschüsse.

#### a) Sterblichkeit.

In den großen Kriegen des vorigen Jahrhunderts war die Mortalität der Handgelenkschüsse eine ziemlich hohe, wenn auch nicht so hoch wie die der übrigen Gelenkschüsse in der vorantiseptischen Ära. Im Amerikanischen Bürgerkriege starben 12,9%, im Deutsch-Französischen Kriege 18,3% der Verwundeten mit Handgelenkschüssen. Die Sterblichkeit der Resektionen betrug im ersteren Feldzuge 13,2%, im letzteren 30,6%. Von den Handgelenkresezierten, die später noch der Amputatio antibrachii unterzogen werden mußten, erlagen im Amerikanischen Bürgerkriege 25%, während von den später im Oberarm Amputierten 40% starben. Das übrige statistische Material der genannten Feldzüge ist unsicher und braucht hier nicht herangezogen zu werden.

Ebenso unsicher sind die bisher aus dem Weltkriege bekanntgewordenen kleinen Zahlenreihen. VON TAPPEINER, SCHENK, ZIEGNER und KOENNECKE verloren keinen Patienten an einer Handgelenkverletzung. Das ist zweifellos ein zu günstiges Bild, denn der eine von uns (KÜTTNER) sah als beratender Chirurg eine ganze Reihe von Fällen, bei denen wegen schwerer, namentlich chronischer Eiterungen doch schließlich amputiert werden mußte, und auch Todesfälle an septischer Allgemeininfektion und fortschreitendem Gasbrand der Muskulatur kamen bei ungünstigen Transportverhältnissen und sehr großem Verwundetenandrang vor. Trotzdem sind die Handgelenkschüsse, was die Mortalität anlangt, wohl die günstigsten aller Kriegsverletzungen der Gelenke.



## b) Endresultate bei den Geheilten.

Das Handgelenk stellt einen sehr komplizierten Gelenkmechanismus dar, es besteht aus drei gewissermaßen parallel laufenden Gelenklinien, die mehr oder weniger ausgiebig miteinander in Verbindung stehen. Daher ist es klar, daß bei Infektionen sehr leicht Versteifungen eintreten, vor allem, wenn bei der Behandlung auf frühzeitige Bewegungen kein Gewicht gelegt wird. Nach Handgelenkverletzungen ohne umfangreiche Knochenläsion sehen wir meist gute Beweglichkeit im Handgelenk.

Nach dem Kriege 1870/71 wurde die Frage wiederholt erörtert, ob totale oder partielle Handgelenkresektionen bessere funktionelle Resultate ergeben. VON LANGENBECK (1874<sup>92</sup>) hat speziell beim Handgelenk empfohlen, möglichst viel zu entfernen, um ein bewegliches Gelenk zu erzielen, er riet daher, wenn möglich, die Totalresektion auszuführen. VON SCHEVEN (1876) dagegen hat bei seinen Nachuntersuchungen gefunden, daß die partiellen Handgelenkresektionen ein besseres Resultat ergaben als die totalen. GURLT<sup>93</sup>) fand unter 16 Resektionen ein gutes Resultat in 6,25 %, ein mittelmäßiges Resultat in 50 %, ein schlechtes Resultat in 37,50 % und ein sehr schlechtes Resultat in 6,25 % der Fälle. Bisweilen entstand ein Schlottergelenk. Im allgemeinen waren also im vorigen Jahrhundert die Resultate nach Handgelenkresektionen sehr ungünstige, wie GURLT selbst hervorhebt.

Der Grad der späteren Beweglichkeit hängt in erster Linie davon ab, wieweit es gelingt, die Streck- und Beugesehnen zu erhalten. Oft sind diese Sehnen in ein dichtes Narbengewebe eingebettet, und dadurch sind auch die Fingergelenke unbeweglich geworden. Wichtig ist die frühzeitige Bewegungsaufnahme. Nach dieser Richtung haben wir seit dem Jahre 1870/71 natürlich viel gelernt, und so sind in den Arbeiten der Chirurgen dieses Weltkrieges eine Reihe von Krankengeschichten enthalten, welche zeigen, daß nach Handgelenkschüssen ohne und auch mit Resektion die Beweglichkeit eine gute werden kann (VON TAPPEINER, ZIEGNER, SEHRT, SCHENK u. a.).

PH. ERLACHER untersuchte 123 geheilte Handgelenkverletzungen aus dem Weltkriege 1914—1918, bei denen 4 Resektionen ausgeführt waren.

Bei diesen 123 Nachuntersuchten fanden sich:

72 mal	Ankylose,	
1 „	Schlottergelenk,	
19 „	stark	} eingeschränkte Beweglichkeit
27 „	mäßig	
4 „	normale	
	Beweglichkeit.	

## 5. Hüftgelenk.

### I. Die pathologische Anatomie der Hüftgelenkschüsse.

Die Diagnose der Hüftgelenkverletzungen ist unter Umständen sehr schwierig, weil das Hüftgelenk, wie kein anderes Gelenk des menschlichen Körpers, von dicken Muskelmassen umgeben ist. So finden wir von den Tagen VON LANGENBECKS<sup>94</sup>) bis in unsere Zeit beim Durchblättern der Literatur immer wieder die gleiche Klage, daß so viele Hüftgelenkverletzungen nicht rechtzeitig erkannt werden.

Das Hüftgelenk kann von den verschiedensten Seiten durch Schuß eröffnet werden. Reine Weichteilschüsse sind nur bei Tangentialschüssen möglich, weil der Kopf des Femur überall tief in der Pfanne steckt. Diese Tangentialschüsse reißen als Schrägschüsse entweder oben oder unten, bisweilen auch vorn und seitlich das Gelenk auf. Meist sind bei den tiefen Rinnenschüssen Teile des knöchernen Beckens und des Femurkopfes mitabgesprengt.

Bei allen anderen Verletzungstypen ist der knöcherne Gelenkapparat mitverletzt, und zwar entweder intrakapsulär oder extrakapsulär. Man beobachtet alle Übergänge von den kleinsten Knochenabsprengungen bis zur totalen Zermalmung des

Gelenkes. So sehen wir gerade am Femurkopf die verschiedensten Frakturformen; es kommt vor, daß der Kopf in mehrere Teile zersplittert ist oder daß er im Schenkelhalse abgetrennt ist.

Sehr bedeutsam sind am Hüftgelenk die gleichzeitig vorkommenden Nebenverletzungen. Da in allernächster Nähe des Hüftgelenkes sich Blase und Rektum befinden, so sehen wir bei einem großen Prozentsatz der Hüftgelenkverletzten diese schwerwiegende Komplikation, die in den allermeisten Fällen zum Tode führt. Der Übertritt von Kot und Urin in das zertrümmerte Hüftgelenk erzeugt putride Gelenkinfektion und damit die grauenvollsten Bilder. Sehr oft geht auch eine retroperitoneale Phlegmone im Beckenbindegewebe entlang.

Aber nicht nur die Hohlorgane des Beckens können verletzt, es werden häufig auch die großen Gefäße und die Nervenplexus getroffen. Hüftgelenksverletzte mit Zerreißen der großen Gefäße bekommt der im Feldlazarett arbeitende Chirurg im allgemeinen nicht mehr zu sehen, sie sterben bereits nach kurzer Zeit im Schützen-graben oder auf dem Truppenverbandplatze an Blutverlust, und ebenso gehen Verwundete mit Verletzungen der großen Nervenplexus meist schnell im Schock zugrunde. Beobachtungen von gleichzeitiger Verletzung des Hüftgelenks, der Blase, des Mastdarms und der großen Gefäße sind von VON LANGENBECK<sup>95)</sup>, STEINDL<sup>96)</sup>, LANDOIS<sup>97)</sup> u. a. mitgeteilt worden.

## II. Die Klinik der Hüftgelenkschüsse.

Nach dem soeben Gesagten müssen wir klinisch unterscheiden:

1. Hüftgelenkschüsse ohne Nebenverletzungen.
2. Hüftgelenkschüsse mit Nebenverletzungen.

### a) Hüftgelenkschüsse ohne Nebenverletzungen.

#### α) Der frische, nicht infizierte Gelenkschuß.

Die Diagnose Hüftgelenkschuß wird deshalb so häufig nicht gestellt, weil die Verletzung sehr oft vollkommen symptomlos verläuft. Dies ereignet sich besonders bei den Tangentialschüssen, wenn zwar die Gelenkkapsel verletzt ist, die dicken Muskelmassen den Schlitz in der Kapsel vollkommen überkleiden. So kommen bisweilen mit dem Vermerk „leichtverwundet“ auf ihrer Wundtafel diese Verwundeten zu Fuß zur vorderen Sanitätsformation. Aber auch bei Knochenverletzungen wird es beobachtet, daß die Funktion nicht gestört zu sein braucht. So berichtet schon VON LANGENBECK<sup>98)</sup>, er habe sich in 7 Fällen davon überzeugen können, daß Verwundete trotz Verletzung des Hüftgelenkes keinen Funktionsausfall zeigten, ja H. FISCHER<sup>99)</sup> erwähnt einen Verwundeten, der trotz Zerspaltung des Schenkelkopfes in 2 Fragmente gelaufen war und sogar 4 Tage vor seinem Tode noch auf beiden Beinen stehen konnte. Auch im deutschen Sanitätsbericht des Krieges 1870/71 sind ähnliche Beobachtungen erwähnt.

Meist aber haben die Verwundeten starke Schmerzen in ihrem Hüftgelenk. Sie halten die Extremität im Hüft- und Kniegelenk leicht gebeugt, außerdem leicht abduziert und nach außen rotiert. Aktive Bewegungen sind unmöglich, und bei allen einigermaßen größeren Knochenverletzungen ist jede Beugung, Streckung und Rotation äußerst schmerzhaft.

Ist der Kopf im Schenkelhals abgesprengt, so besteht eine starke Verkürzung der Extremität. Der Trochanter steht oberhalb der Roser-Nélatonschen Linie, und die Extremität ist ganz ausgesprochen nach außen rotiert.

Bei einfachen Infanteriegeschosßdurchschüssen ohne große Knochenverletzungen, bei frühzeitiger Erkennung und dementsprechend richtiger Behandlung heilen unter Umständen diese Hüftgelenkschüsse wie einfache Gelenk- und Schenkelhalsfrakturen der Friedenspraxis aus.

### β) Der infizierte Gelenkschuß.

Wir sehen je nach dem Grade der Infektion, nach der Größe der Gelenksplitterung und der Resistenz des Körpers einen schleichenden oder einen stürmischen Verlauf der Infektion. Durch das entzündliche Ödem im Innern des Gelenkes schwillt der Kapselapparat an. Daher ist jede Stauchung und jedes Beklopfen des Gelenkes mit der Hand oder dem Perkussionshammer sehr schmerzhaft. Ist der Gelenkinnenraum mit Flüssigkeit oder Eiter gefüllt, so dehnt sich die Kapsel aus, die Art. femoralis wird durch das Exsudat in die Höhe gehoben und damit für den palpierenden Finger deutlicher fühlbar als auf der gesunden Seite (von Langenbecksches Phänomen<sup>100</sup>). Steht der Eiter unter hohem Druck, so steigt die Temperatur auf 39–40°, und wir erleben unter Umständen Schüttelfröste. Der Eiter sucht sich den Weg nach außen. Es entsteht der paraartikuläre Abszeß, der an den physiologisch schwachen Stellen durchbricht und in den Muskelinterstitien weiterkriecht. Es zeigt sich der Eiter erstens als Abszeß unter dem M. iliopsoas oder neben den Adduktoren, zweitens am Trochanter minor und drittens in der Mitte der Gesäßbacke.

Von der Art und Ausdehnung der Knochenverletzung wird beim Pyarthros, genau wie beim einfachen, nichtinfizierten Gelenkschuß (s. o.) die Lage der Extremität bestimmt. Bei langem Bestehen eines Empyems können durch Überdehnung der Kapsel, Zerstörung des Lig. teres und des Gelenkknorpels Subluxationen und Luxationen zustande kommen; sie sind aber ziemlich selten und durch richtige Behandlung zu vermeiden.

### b) Hüftgelenkschüsse mit Nebenverletzungen.

Sind Blase und Mastdarm gleichzeitig mit dem Hüftgelenk durch ein Projektil eröffnet, so stehen diese Verletzungen klinisch im Vordergrund. Der Kranke bietet in erster Linie das Bild des Bauchschußverletzten.

Erbrechen, Bauchdeckenspannung, schlechter Puls und der typische Ausdruck des Bauchschußverletzten sind die hervorstechenden Symptome. Gewöhnlich wird dann erst bei der Operation, bisweilen erst im Verlaufe der nächsten Tage festgestellt, daß auch das Hüftgelenk eröffnet ist. In den allermeisten Fällen gehen diese Verwundeten zugrunde, der schweren Infektion des Peritoneums und des Gelenkes können sie nicht Herr werden, selbst dann meist nicht, wenn die Gelenkentzündung einen ganz schleichenden Verlauf nimmt (vgl. STEINDL<sup>101</sup>).

Bezüglich der Symptomenkomplexe der Nebenverletzungen von Blase, Mastdarm, großen Gefäß- und Nervenstämmen sowie der diesen Läsionen folgenden Infektionen sei auf die betreffenden Kapitel des Handbuchs verwiesen.

## III. Die Diagnose.

Wegen der Schwierigkeiten, welche die Diagnose der Hüftgelenkverletzungen bietet, seien hier die wichtigsten Punkte kurz hervorgehoben. Schußrichtung, Röntgenbild und Lokalbefund sind ausschlaggebend. Die charakteristischen Zeichen des Lokalbefundes sind Schwellung der Gelenkkapsel, Langenbecksches Phänomen, entzündliches Ödem der Nachbarschaft, Schmerzen bei Bewegung, Stauchungsschmerz, Druckschmerz und die Stellung der Extremität. Austritt von Synovialflüssigkeit ist selten. Hat der Eiter guten Abfluß, so kann die Temperatur niedrig sein. Man sollte von vornherein bei allen Schüssen der Hüftgelenksgegend immer an eine Gelenkverletzung denken, dann würde die Diagnose viel häufiger richtig gestellt werden.

## IV. Die Behandlung der Hüftgelenkschüsse.

### a) Die Behandlung des frischen Hüftgelenkschusses.

Bei glatten Infanteriegeschößdurchschüssen und bei mäßiger Knochenverletzung ist die konservative Behandlung angezeigt. Muß man den Verwundeten schon nach wenigen Tagen wegen Platzmangels aus der vorderen Linie abtransportieren, so



empfehlen wir die Lagerung des Verletzten auf langer, gepolsterter Holzlatte, die von der Ferse bis zur Schulter reicht und mit Stärkebinden angewickelt wird. Die Extremität ist dadurch ganz vorzüglich fixiert, man kann auf solcher Vorrichtung die Verwundeten anstandslos transportieren. Nicht ratsam ist es, den primären Gipsverband anzulegen, da die Beobachtung der verletzten Extremität unter ihm unmöglich ist. Im stabilen Feldlazarett während des Stellungskrieges haben wir uns mit Erfolg des Streckverbandes bedient und die Leute erst nach völliger Konsolidation der Fraktur weiter befördert.

Anders liegen die Verhältnisse bei den stark verunreinigten Granatschußverletzungen. Hier ist die Wunde sofort freizulegen, die verschmutzten Wundränder sind zu exzidieren und die Gelenkkapsel ist nach vorheriger Spülung mit Karbolsäure, oder einem anderen Desinfizienz primär zu nähen. Dieses Verfahren findet seine Anwendung in allen den Fällen, wo der Grad der Knochensplitterung nur ein mäßiger ist. Ist das Gelenk in weitgehendem Maße zerstört, so ist sofort die Resektion anzuschließen, welche breite Freilegung der Wunde und Gegendränage nach dem tiefsten Punkte erfordert.

Sind bei ausgedehnten Zertrümmerungen des Gelenkes auch die großen Gefäße und Nerven zerrissen, so ist die Exartikulation in der Hüfte angezeigt, vorausgesetzt, daß der Patient ihr gewachsen ist. Glücklicherweise ist die Indikation für diesen schweren Eingriff nur sehr selten gegeben. LANDOIS<sup>102)</sup> hat während seiner 4jährigen Tätigkeit im Felde nur 2mal Gelegenheit gehabt, die primäre Exartikulation im Hüftgelenk auszuführen und beide Patienten verloren.

#### b) Die Behandlung des Pyarthros.

Ist das verletzte Hüftgelenk infiziert und zeigt sich ein Bild, wie es oben geschildert wurde, so ist für sofortige Entleerung des Eiters zu sorgen. Bei einfachen Kapselrissen mit geringer Knochenbeteiligung oder ohne eine solche gelingt es bisweilen, durch zweckentsprechende Dränage dem Eiter Abfluß zu schaffen. Da der Kopf aber tief und fest in der Gelenkhöhle sitzt, so erlebt man sehr häufig Versager nach der einfachen Gelenkdränage. Deswegen haben viele Chirurgen empfohlen, sofort beim Pyarthros die Resektion des Femurkopfes vorzunehmen, erst dann sei eine wirkliche Dränage des Gelenkes gewährleistet. Die Ansichten gehen auseinander. Wir stehen auf dem Standpunkte, beim einfachen Pyarthros zuerst die Dränage zu versuchen, bei der infizierten Gelenkfraktur aber die Resektion des Kopfes sofort auszuführen. Damit ist die wichtigste Anzeige für die sekundäre Resektion des Hüftgelenkes gegeben. Auf Grund unserer Erfahrungen raten wir, mit der Resektion bei der infizierten Gelenkfraktur nicht zu lange zu warten, weil gerade beim Pyarthros des Hüftgelenkes die Kranken zu leicht septisch werden. ZIEGNER<sup>103)</sup>, VON TAPPEINER<sup>104)</sup>, VON HOFMANN<sup>105)</sup>, GOEBEL<sup>106)</sup>, STEINDL<sup>107)</sup>, L. MAYER<sup>108)</sup> u. a. haben die gleichen Erfahrungen gemacht.

Ist bei sehr ausgedehnter Splitterung und Eiterung der durch die Resektion entstehende Defekt so groß, daß die untere Extremität zum Gehen unbrauchbar wird, so kann die sekundäre Exarticulatio femoris in Frage kommen, namentlich wenn auch die übrige Extremität durch ein sehr langes Krankenlager oder anderweitige Verletzungen schwer gelitten hat. Schon B. VON LANGENBECK<sup>109)</sup> hat empfohlen, die Operation in zwei Sitzungen zu zerlegen, weil sie wegen der Schwere des Eingriffes von den heruntergekommenen Kranken sonst nicht mehr vertragen werde. Man macht in der ersten Sitzung die Resektion, verschafft damit dem Eiter Abfluß und führt später, wenn die Verwundeten zu Kräften gekommen sind, in einer zweiten Sitzung die hohe Oberschenkelamputation aus.

Nun gibt es Fälle, in denen sich diese Regel nicht befolgen läßt, und zwar dann, wenn es sich neben der Gelenkzertrümmerung um schwere, noch der Peripherie fortschreitende Phlegmonen handelt. Dann bleibt oft nichts anderes übrig als die Exartikulation, der jedoch die Kranken meist erliegen.

## V. Die operative Technik.

### a) Die Drainage des Hüftgelenkes.

PAYR<sup>110)</sup> hat die Vorschriften für die Technik der Drainage nach sorgfältigen Versuchen ausgearbeitet. Er empfiehlt die Drainage des Hüftgelenkes von vorn her und nach hinten. In Betracht kommt nach unserer Ansicht allein die Drainage des Gelenkes nach hinten.

Die Vorschriften, die PAYR gibt, sind folgende:

1. Hautschnitt vom Hinterrand des Trochanter major leicht bogenförmig nach oben, parallel zum Faserverlauf des Glutaeus maximus annähernd an dessen oberen Rande gegen die C. Crista iliaca 12—15 cm lang.
2. Eingehen am oberen Rande dieses Muskels, oder zwischen dessen obersten Fasern, Abziehen desselben nach abwärts, so daß der M. gluteus medius zum Vorschein kommt.
3. Auseinanderziehen des Muskelspaltes, M. gluteus maximus nach abwärts und medialwärts, der M. gluteus medius nach aufwärts und lateral; Freilegung d. M. piriformis.
4. Eindringen mit von Langenbeckschen stumpfen Muskelhaken in den Spalt zwischen M. piriformis und M. gluteus minimus. Stumpfes Auseinanderdrängen dieser Muskeln; wenn nötig, kann der Piriformis, um weiteren Zugang zu schaffen, durchtrennt werden, ebenso die Sehne des Glut. min. eingekerbt werden.
5. Quere Eröffnung der Gelenkkapsel, Einführung einer starken Hohlsonde, Ableitung des Exsudates, Besichtigung des Kopfes, Forschen nach Fissuren, Projektteilen.
6. Einführen eines Glasdräns in die Kapsel. Versorgung des Gelenkes, Annähen des Randes d. M. glut. maximus und medius an die Haut, um den Muskelspalt klaffend zu erhalten. Lockere Gazefüllung der großen Wunde. Nachbehandlung in der Mehrzahl der Fälle Extensionsverband.

PAYR hat mehrfach vom hinteren Drainageschnitt aus den Femurkopf luxiert und die große Wunde für einige Zeit tamponiert. Nachdem die Infektion abgeklungen war, hat er dann den Kopf in seine frühere Lage zurückgebracht. Die Resultate waren gut.

\* \* \*

Die Technik der Resektion und Exartikulation des Hüftgelenkes ist in dem von V. HABERER bearbeiteten Abschnitt ausführlich behandelt.

### b) Die Nachbehandlung der operierten Hüftgelenkschüsse.

Die Nachbehandlung der operierten Hüftgelenkverletzungen ist eine sehr schwierige. Sie erfordert sorgfältige Beobachtung, Ruhe, Erfahrung und ist daher nur in einem stabilen Feldlazarett oder Kriegslazarett bei mäßigem Verwundetenzustrom mit Erfolg durchführbar.

Wichtig ist, daß nach der Gelenkdrainage und der Resektion der Eiter dauernd freien Abfluß hat und daß die Extremität gut fixiert wird. Beides erreicht man sehr gut mit dem Streckverband. Mit der Anlegung eines großen gefensterten Beckengipsverbandes im Anschluß an die Operation haben wir im Felde schlechte Erfahrungen gemacht und können ihn daher nicht empfehlen, denn erstens verlängert die Anmodellierung des Gipsverbandes den chirurgischen Eingriff als solchen, besonders nach der Resektion, und zweitens verhindert der große Verband die Übersicht über die Extremität.

Ist der Kranke entfiebert und die Wunde in das Stadium gesunder Granulationsbildung getreten, so ist der große Gipsverband am Platze, in welchem der Verwundete von der vorderen Linie bis in die Heimat transportiert werden kann.

Nach Exartikulationen im Hüftgelenk wird die große Wunde mit Gaze ausgefüllt und bleibt weit offen. Ist die Wunde mit schmierigen Granulationen bedeckt, so empfiehlt sich die Anwendung warmer Bäder. Meist fiebern die Patienten noch wochenlang sehr hoch.

## VI. Ausgänge der Hüftgelenkschüsse.

### a) Mortalität.

Die Mortalität bei den Hüftgelenkschüssen war von jeher eine sehr hohe. So gibt der Amerikaner OTIS<sup>111)</sup> nach dem Amerikanischen Bürgerkriege folgende Zahlen: Unter 185 Hüftgelenkverletzten dieses Krieges sind

13 geheilt = 7,0%

172 gestorben = 92,0%

Die Resultate, die im Kriege 1870/71 erzielt wurden, sind etwas besser. Ein Blick auf die Tabelle aus der Arbeit B. VON LANGENBECK<sup>112)</sup> beweist dies:

Schußverletzungen des Hüftgelenks	Total- summen	Geheilt	Gestorben	Zweifel- hafter Ausgang	Prozent der Gestorbenen
Konservativ behandelt . . . .	88	25	63	—	71,59
Mit Resektion resp. Exstruktion des Schenkelkopfes behandelt	31	4	26	1	83,87
Summe	119	29 = 24,3%	89	1	74,78

Über die Ausgänge der Hüftgelenkschüsse in diesem Weltkriege liegen genaue Zahlen noch nicht vor. Auf jeden Fall ist die Mortalität auch jetzt noch sehr hoch gewesen, viel höher, als sie von RUPPRECHT<sup>113)</sup> auf Grund seiner Statistik ausgerechnet worden ist.

### b) Endresultate bei den Geheilten.

Das Endresultat ist abhängig von dem Grade der Knochenzerstörung und damit von der Behandlungsmethode. Sehr viele von den Hüftgelenkschüssen heilen mit einer bindegewebigen oder knöchernen Ankylose aus, sehr oft auch mit Verkürzung. Nach der Resektion sehen wir dagegen gar nicht selten ein bewegliches Gelenk und eine brauchbare Extremität. Der Grad der Brauchbarkeit hängt ab von der Größe des Knochendefektes. Bei großen Knochendefekten, vor allem nach der subtrochanteren Resektion, findet man infolge der starken Verkürzung von 6—10 cm naturgemäß beträchtliche Entstellungen; immerhin können auch diese Kranken sehr oft bei gutem Willen ihrem Berufe nachkommen. DEININGER<sup>114)</sup>, VON LANGENBECK<sup>115)</sup>, GURLT<sup>116)</sup>, MAYER<sup>117)</sup>, STAUFF<sup>118)</sup>, BURCKHARDT und LANDOIS<sup>119)</sup>, KÜTTNER u. a. sahen nach der Hüftgelenksresektion verschiedentlich sehr gute Enderfolge bei ihren Patienten.

PH. ERLACHER<sup>120)</sup> gibt folgende instruktive Statistik von Nachuntersuchten aus dem Weltkriege 1914—1918, bei denen 9 Resektionen des Hüftgelenkes ausgeführt waren und 19 Fälle schwerster Gelenkzertrümmerungen vorgelegen hatten. Bei diesen 110 Nachuntersuchten fanden sich:

65 mal Ankylosen,  
14 „ Schlottergelenke,  
12 „ stark eingeschränkte Beweglichkeit,  
17 „ mäßig eingeschränkte Beweglichkeit,  
2 „ normale Beweglichkeit.

## 6. Kniegelenk.

### I. Die pathologische Anatomie der Kniegelenkschüsse.

Eine besondere Rolle, mehr als an jedem anderen Gelenk, spielen beim Knie die **reinen Weichteilschüsse**. Da die Gelenkkapsel sehr groß und nur wenig von Muskelmassen umgeben ist, so ist sie allen Insulten von außen besonders leicht zu-



gänglich. So kommt es, daß etwa 50% aller Knieschüsse reine Weichteilschüsse sind. Bei ihnen unterscheiden wir:

1. Tangentialschüsse,
2. Durchschüsse,
3. Kapselsteckschüsse.

Die Tangentialschüsse sind die weitaus häufigsten. Das Kniegelenk wird in der Tangente seitlich, oberhalb oder unterhalb der Kniescheibe aufgerissen. Am häufigsten betroffen ist der obere Rezessus der zusammen mit der Bursa suprapatellaris hoch in das untere Drittel des Oberschenkels hinaufreicht und einen sehr breiten Raum einnimmt. — Sehr viel seltener ist die Aufreißung des Kniegelenkes an der Rückseite. In solchen Fällen ist dann meist die A. und V. poplitea mitverletzt; die Verwundeten zeigen klinisch in erster Linie das Bild einer schweren Gefäßverletzung und kommen mit angelegter elastischer Binde in das Lazarett; die zerrissenen Gefäße werden unterbunden, die Extremität wird meist nekrotisch und die Ablatio folgt. LANDOIS<sup>121)</sup> hat darauf aufmerksam gemacht, daß, wenn man in allen Fällen von Schußverletzungen der Popliteagefäße nach der Ablatio femoris das Amputationspräparat sorgfältig untersuchen würde, man wahrscheinlich viel häufiger, als es bisher geschehen ist, auch eine Verletzung des Kniegelenkes an der Hinterseite würde feststellen können. PRIBRAM<sup>122)</sup> beobachtete unter seinen Kniegelenkschußverletzten in 12 Fällen eine Beteiligung der A. und V. poplitea. LANDOIS fand unter 73 Fällen von Kniegelenkschüssen 4mal eine Verletzung der großen Gefäße (vgl. A. B. SCHMIDT<sup>123)</sup>). KÜTTNER<sup>124)</sup> und TREVES<sup>125)</sup> sahen während des Burenkrieges das seltene Vorkommen eines pulsierenden Kniegelenkhämatoms, hervorgerufen durch die Kommunikation des Hämatomsackes der A. und V. poplitea mit der Kniegelenkkapsel an der Hinterseite des Gelenkes. Ist das Projektil sehr dicht am Knochen vorbeigefahren, so besteht neben der Gefäß- und Gelenkkapselverletzung auch noch eine Fraktur des Oberschenkels.

LANDOIS<sup>126)</sup> führt folgende lehrreiche Krankengeschichte an:

R. S., Verletzung von Kniegelenk und A. und V. poplitea. Gangrän des Unterschenkels. Oberschenkelamputation.

Vorgeschichte: Wurde am 29. 1. 15 im Schützengraben am linken Knie verwundet. Kommt in der Nacht in das Lazarett. Befund:

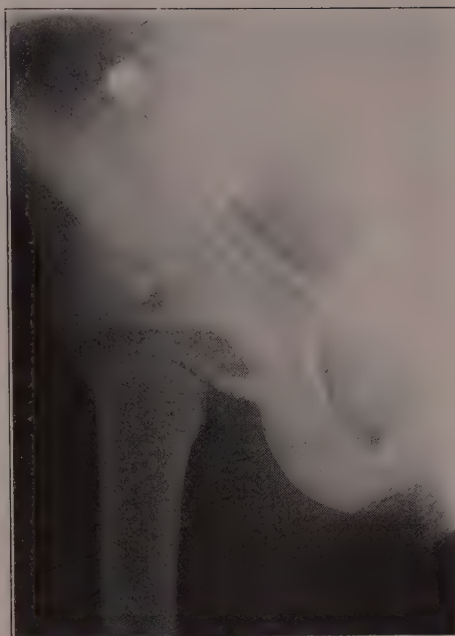


Abb. 227. Geheilte subtrochantere Hüftgelenkresektion. Gute Funktion.

(Breslauer Klinik.)

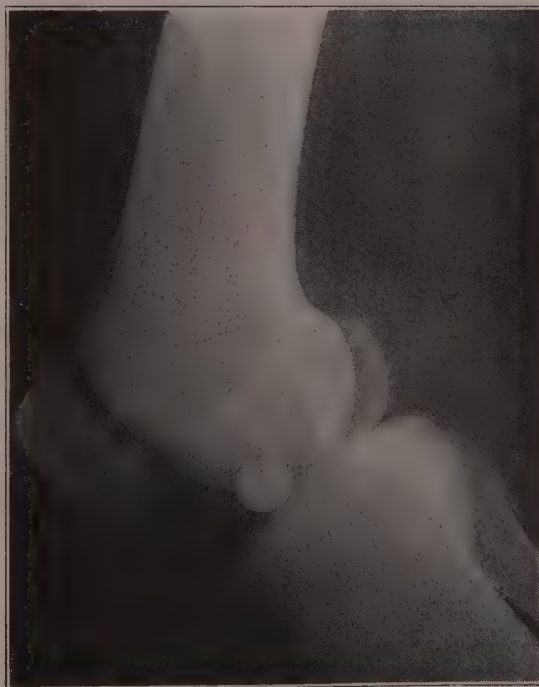


Abb. 228. Schrapnellkugelsteckschuß im Kniegelenk mit Verletzung der Kniescheibe.

(Beobachtung im Felde.)

Genau in der Kniekehle des linken Beines befindet sich eine ca. 15 cm lange, zerfetzte, quer-gestellte Wunde. Das linke Bein fühlt sich unterhalb der Wunde kühler an als das rechte. Bewegungen der Zehen nicht möglich. Die Berührungsempfindung ist herabgesetzt. 31. 1. Blau-rote Verfärbung des Beines. Bewegungen und Berührungsempfindung aufgehoben. Beginnende Gangrän. Amputation oberhalb des Knies. Am 24. 2. 15 mit granulierendem Stumpf entlassen. Amputationspräparat: Arteria und Vena poplitea sind vollkommen zerrissen, in beiden Gefäßen frische Thromben, die den Austritt von Blut nach außen verhindert haben. Der hintere Rezessus des Kniegelenkes ist eröffnet. Das Femur ist der Länge nach zwischen beiden Kondylen gebrochen, der Sprung läuft nach außen heraus.

Die glatten Durchschüsse durch das Kniegelenk ohne Knochenbeteiligung haben in den vergangenen Dezennien eine lebhafte Diskussion hervorgerufen. Es wurde von den meisten Chirurgen überhaupt die Möglichkeit einer Perforation des Kniegelenkes durch ein Projektil in sagittaler Richtung ohne Verletzung des knöchernen Gelenkapparates abgelehnt, man war vielmehr der Ansicht, daß das Geschoß außen um das Gelenk unter der Haut herumgefahren sei (Kontur- oder Ringelschüsse, vgl. BECK<sup>127</sup>, S. 607). Es ist das Verdienst von GUSTAV SIMON<sup>128</sup>), auf diesem Gebiete Klarheit geschaffen zu haben. Er stellte an Leichen mit eisernen Stangen, welche die Dicke einer Chassepotkugel (11-mm-Kaliber) und die des preußischen Langbleies (13,6 mm) besaßen, Durchstechungsversuche am Kniegelenk in den verschiedensten Ebenen an. Durch diese Versuche konnte er den Beweis erbringen, daß unter gewissen Bedingungen ein Geschoß tatsächlich das Gelenk nicht nur von einer Seite zur anderen, sondern auch von vorn nach hinten und umgekehrt durchdringen kann, ohne den Knochen zu zerstören. Die Versuche SIMONS wurden in den folgenden Jahren von BOEHR<sup>129</sup>) und R. MÜLLER<sup>130</sup>) nachgeprüft, doch waren die Resultate nicht ganz eindeutig. LANDOIS hat nun durch F. FREUND<sup>131</sup>) die Simonschen Durchstechungsversuche mit Eisenstäben an Leichen wiederholen lassen. Entsprechend der Kaliberdicke der Projektile des Weltkrieges kamen Eisenstäbe von 7,9 mm Dicke = deutschem Infanteriegeschoß und 7,7 mm Dicke = englischem Infanteriegeschoß zur Anwendung. FREUND fand folgendes:

1. Eine penetrierende Verletzung des Kniegelenkes von vorn nach hinten ohne Knochenverletzung ist bei den jetzt gebräuchlichen Geschoßkalibern bei gestrecktem Bein möglich (62,5% bzw. 68,75%).
2. Das gleiche gilt für die Durchdringung des Knies in schräger Richtung (mit Kaliber 7,9 in 68,75%, bzw. 87,5% mit Kaliber 7,7 in 87,5 bzw. 93,75%).
3. Quer ist das Gelenk ebenfalls in Streckstellung ohne Knochenverletzung durchschlagbar, und zwar in jedem Falle zwischen Patella und Femur oder auch unter dem Lig. pat. hindurch.
4. Die quere Durchbohrung des Gelenkes in der Gelenkspalte zwischen Tibia und Femur gelingt erst bei einem Beugungswinkel von 170° abwärts.

\* \* \*

Eine praktisch viel größere Bedeutung als die Weichteilschüsse haben naturgemäß die **Schußbrüche des Kniegelenkes**. Wir sehen hier die verschiedensten Typen von den kleinsten Knochenabsprengungen und den isolierten Kondylenverletzungen (Abb. 229 u. 230) bis zu den extra- und intrakapsulären V- und T-Brüchen des Ober- und des Unterschenkels, die entweder als Durchschüsse oder als Steckschüsse in die Erscheinung treten. Am Kniegelenk sind ferner von größter Wichtigkeit die Schußverletzungen der Patella (Abb. 228). Entweder wird die Kniescheibe in horizontaler Richtung tangential zerbrochen, dann ist das Gelenk meist breit eröffnet; oder wir erleben Lochschüsse, bei denen das Projektil von vorn her in das Gelenk eingedrungen ist. Am oberen und unteren Pol der Patella können Teile abgesprengt und die Quadrizepssehne oder das Lig. patellae abgerissen sein. Schließlich erleben wir bei den großen Granatsplitterverletzungen Kombinationen der einzelnen Frakturformen, die unter Umständen zu vollständigen Zermalmungen des ganzen Gelenkes führen (Abb. 231).

## II. Die Klinik der Kniegelenkschüsse.

### a) Der frische Gelenkschuß.

Da das Kniegelenk das größte und gleichzeitig das der Inspektion und Palpation am besten zugängliche Gelenk des menschlichen Körpers ist, so sind die klinischen Erscheinungen gerade am Knie besonders genau studiert worden.

Das erste Symptom, das sich bei einer frischen Kniegelenkverletzung neben dem Wundschmerz manifestiert, ist der Erguß. Die Konturen des Gelenkes sind vollkommen verstrichen, die Kapsel wölbt sich zu beiden Seiten der Kniescheibe vor. Die Patella tanzt, und vor allem der obere Rezessus ist prall gefüllt. Da die Bewegungen im Gelenk meist schmerzhaft sind, so halten die Verwundeten das Knie-



Abb. 229. Schußbruch des Femur im Bereiche des inneren Kondylus.  
(Breslauer Klinik.)



Abb. 230. Lochschuß des Tibiakopfes mit Sprung ins Kniegelenk.  
(Breslauer Klinik.)

gelenk leicht gebeugt. In dieser Stellung sind alle Muskeln entspannt, das Gelenk steht in der sog. Mittelstellung, und der Schmerz wird am besten ausgeschaltet. Von der Ausdehnung und der Schwere der Knochenverletzung hängt die Funktionsbehinderung ab.

Gerade beim Kniegelenk sehen wir sehr oft, auch bei klinisch nichtinfizierten Ergüssen, Fieber. Es liegen hier die Verhältnisse ganz ähnlich, wie bei den aseptisch verlaufenden Pleuraergüssen. Die Meinungen sind darüber geteilt, ob es sich bei diesen Temperatursteigerungen um ein reines Resorptionsfieber handelt, eine Annahme, die bei der Größe des Kniegelenkes viel Wahrscheinlichkeit hat, oder ob ganz milde verlaufende Infektionen vorliegen, bei denen wir durch die bakteriologische Untersuchung den Nachweis für die Anwesenheit der Bakterien wegen ihrer Spärlichkeit nicht erbringen können. Die letzte Auffassung scheint uns die richtige zu sein. Der günstige Einfluß, den eine Punktion auf den klinischen Verlauf ausübt, wäre



dadurch zu erklären, daß nach Entfernung der Blutkoageln den Bakterien die Lebensbedingungen zur Weiterentwicklung im Gelenk genommen sind.

Kleine Knochenabsprengungen sind ohne Röntgenbild nicht zu diagnostizieren. Liegen große Verletzungen der Gelenkenden vor, wie z. B. bei den extrakapsulären Femur- und Tibiafrakturen mit Sprüngen in den Gelenkraum, so steht klinisch der Knochenbruch mit allen seinen Symptomen im Vordergrund. Heftiger Schmerz, vollständiger Funktionsausfall und unter Umständen Verkürzung oder Formveränderung der Extremität geben sichere Anhaltspunkte für eine Mitbeteiligung des knöchernen Gelenkapparates.

#### b) Der infizierte Gelenkschuß.

In der Bruchlinie der Gelenkenden finden die Bakterien den günstigen Boden zur Ansiedelung, vor allem nach Granatsplitterverletzungen. Zu Beginn lokalisiert

sich die Entzündung häufig in der vorderen Gelenktasche und im oberen Rezessus. Dementsprechend sind die Schmerzen anfangs noch gering, druckempfindlich ist nur die Gelenkkapsel. Die muskuläre Fixation des Gelenkes ist unbedeutend, und vor allem die Kniekehle ist bei der Palpation noch nicht schmerzhaft. Die Weichteile in der Umgebung des Gelenkes zeigen noch nicht das teigige Ödem. Die Punktion ergibt reichlich hämorrhagisch gefärbten Eiter, das Allgemeinbefinden ist noch wenig beeinträchtigt, die Temperatur schwankt um 39°.

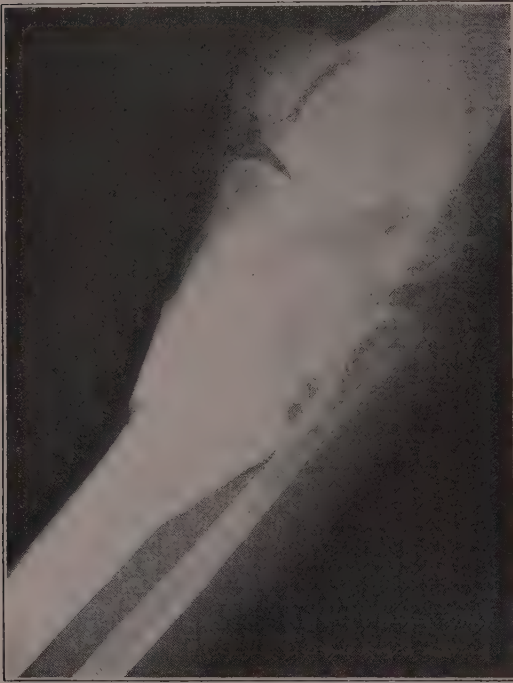


Abb. 231. Zertrümmertes, schwer infiziertes Kniegelenk. Sprünge im Femur und in der Tibiaepiphyse. (Breslauer Klinik.)

Greift der Prozeß auf die tiefen Bindegewebszüge der Kapsel und des intraartikulären Bandapparates über, so entwickelt sich aus dem freien Gelenkempyem die Kapselphlegmone. Der Kranke macht bei der ausgesprochenen Kapselphlegmone einen schwerkranken Eindruck; die Temperatur schwankt zwischen 39° und 40°. Das Kniegelenk ist äußerst schmerzhaft; auf Druck ist nicht nur die Kapsel vorn und an den Seiten, sondern auch in der Kniekehle sehr empfindlich. Jede Berührung, jede Stauchung, ja selbst die Erschütterung

beim Herantreten an das Bett verursachen dem Kranken heftige Schmerzen. Aktive Bewegungen sind unmöglich, die muskuläre Fixation ist verlorengegangen.

Die das infizierte Gelenk rings umgebenden Weichteile sind geschwollen. Ein teigiges Ödem setzt sich vom Knie bis auf den Unterschenkel fort und hinterläßt bei Druck auf der Höhe der Tibiakante Dellen. Im Gegensatz zum Empyem ergibt die Punktion wenig freien Eiter. Denn meist ist der Eiter bereits perforiert in Gestalt von paraartikulären Abszessen, die an den physiologisch schwachen Stellen durchzubrechen pflegen.

Die Eiterdurchbrüche erfolgen aus der hinteren Gelenkkapseltasche und aus dem oberen Rezessus. Der Eiter dringt aus der hinteren Kapseltasche entweder an der Gelenkumschlagstelle oberhalb der Kondylen direkt in das Planum popliteum ein; an der Rückseite des Oberschenkels entsteht dann eine tiefe Phlegmone. Oder aber der Eiter bricht in die Bursa poplitea anterior durch und gelangt von dort nach

abwärts in die Räume zwischen den Beugemuskeln der Wade, wo er an der Vereinigungsstelle von Gastrocnemius und Soleus zur Achillessehne schließlich zutage tritt. Vom oberen Rezessus aus wandert der Eiter zwischen dem Femur und den M. vasti um den Knochen herum bis zur Linea aspera und erscheint schließlich an der Außen- und Hinterseite des Oberschenkels in Gestalt einer fortschreitenden Phlegmone.

### III. Die Behandlung der Kniegelenkschüsse.

#### a) Die Behandlung der frischen Kniegelenkschüsse.

Die Behandlung der Kniegelenkschüsse ist nur dann eine konservative, wenn es sich um ganz glatte Infanteriegeschößverletzungen handelt mit kleinem Ein- und Ausschuß, wie wir sie im Weltkriege während des Bewegungskrieges 1914 und später nur während der Offensiven gesehen haben. Der Erguß geht in vielen Fällen bei absoluter Ruhigstellung des Gelenkes von selbst zurück. Meist haben die Patienten nicht einmal Fieber. Steigt die Temperatur auf 39°, dann empfiehlt es sich, den Erguß möglichst bald zu punktieren und das Gelenk mit einem Desinfizienz, am besten 3% Karbolsäure oder Vuzin, auszuspülen und zu füllen.

Ist aber das Gelenk breiter eröffnet, z. B. bei Tangentialschüssen, oder ist das Projektil im Gelenkraume steckengeblieben, so ist die sofortige operative Behandlung angezeigt, die in Exzision der verschmutzten Wundränder, Entfernung des Geschosses, primärer Gelenkkapselnaht und Füllung des Gelenkes mit einem Antiseptikum besteht.

Eine große Anzahl von Chirurgen, deren Namen im allgemeinen Teil genannt worden sind, haben die frischen Kniegelenkwunden auf diese Weise erfolgreich behandelt. LANDOIS<sup>132)</sup> hat verschiedene Krankengeschichten angeführt, deren eine hier wiedergegeben werden soll, weil bei einer doppelseitigen Granatsplitterverletzung die angeführte Behandlung zu beweglichen Kniegelenken geführt hat:

Ignaz B.: Steckschuß linkes Kniegelenk. Weichteilsteckschuß rechter Oberschenkel mit Verletzung des rechten Kniegelenkes. Operation, Kapselnaht, Heilung, Beweglichkeit beider Knie. Vorgeschichte: Wurde am 23. 8. 18 abends 7 Uhr durch Bombsplitter verwundet. Befund: am 24. 8. 18: I. Linkes Bein: Das Kniegelenk ist stark geschwollen, der obere Rezessus prall gefüllt, die Patella tanzt. Am unteren Rande der Patella kleine Einschußöffnung. Röntgenbild: Ein Granatsplitter steckt im Kniegelenk unmittelbar am unteren Rande der Patella. Operation: Schnitt am unteren Rande der Patella. Eröffnung des Gelenkes an der Einschußöffnung. Entfernung des Granatsplitters. Spülung des Gelenkes mit 3% Karbolsäurelösung. Kapselnaht. Füllung mit Karbolsäurelösung. Bandapparat wird genäht. Haut bleibt weit offen. II. Rechtes Bein: Kniegelenk stark geschwollen. Patella tanzt. Einschuß in der Mitte des Oberschenkels 5 cm oberhalb des oberen Pols der Patella. Röntgenbild: Steckschuß in der Muskulatur nahe dem Kniegelenk. Operation: Umschneidung der Wunde mit Durchtrennung des Steckapparates. Im oberen Rezessus ist ein einmarkstückgroßes Loch. Kapselnaht, Karbolspülung und Füllung des Kniegelenkes mit 3% Karbolsäurelösung. Entfernung des Granatsplitters. Naht des Steckapparates. Haut bleibt weit offen. Fixation beider Beine in Volkmannscher Schiene. Verlauf ganz glatt.

Schreibt ein Jahr später am 3. 8. 19: Beide Kniegelenke beweglich, Beugefähigkeit beträgt nur zwei Drittel gegen früher. Ist mit 20% Arbeitsbeschränkung entlassen.

Steckt das Projektil tief im Gelenk oder im Knochen und ist der Zugang zu ihm von einer kleinen Öffnung nicht möglich, so muß man sich unter Umständen entschließen, das Gelenk breit aufzuklappen, wozu man sich des Textorschen unteren Bogenschnittes, des Kocherschen lateralen Hakenschnittes und des Payrschen medialen S-Schnittes bedienen kann. Voraussetzung für eine glatte Heilung ist der exakte Kapselnahtverschluß, sowie die Füllung mit einem Desinfizienz.

Die Entscheidung, wann ein Splitter aus dem Gelenk entfernt werden soll, ist nicht immer ganz leicht. Bestimmte Regeln lassen sich nicht geben, sehr oft wird unsere Handlungsweise durch das Gefühl bestimmt. Sitzt der Splitter so tief, daß ohne Durchtrennung der Kreuzbänder der Zugang nicht möglich ist, so raten wir, vorerst

abzuwarten. Am besten wird man in solchen Fällen das Gelenk prophylaktisch mit 3% Karbolsäurelösung füllen.

Die infizierten offenen Schußbrüche der Patella, sowie die extrakapsulären Ober- und Unterschenkelfrakturen mit Sprüngen ins Gelenk sind mit Recht deshalb so sehr gefürchtet, weil bei den unregelmäßigen Knochenwunden der Gelenkverschluß nur ungenügend ist, oft aber überhaupt nicht gelingt. Knochennähte mit Draht, Tamponverschluß oder Plombierung mit sterilem Wachs nach PAYR<sup>133)</sup> verhindern nur selten die Gelenkinfektion. Erfolgt bei einer extrakapsulären Gelenkfraktur die Infektion des Kniegelenkes, so ist die Prognose meist sehr ungünstig. Die baldige Ablatio ist indiziert, sobald der Allgemeinzustand sich deutlich verschlechtert, da eine Gelenkresektion wegen der Größe des entstehenden Defektes wertlos ist.



Abb. 232. Grittistumpf. Knochen-  
deckel der Patella ist verschoben.  
Stumpf trotzdem tragfähig.  
(Breslauer Klinik.)

Ist die Knochensplitterung eine so ausgedehnte, daß der Nahtverschluß der Gelenkkapsel unmöglich ist; so ist, vor allem bei Granatsplitterverletzungen, die primäre Gelenkresektion angezeigt. AXHAUSEN<sup>134)</sup> hat in den letzten Kriegsjahren die primäre Gelenkresektion bei Knieschüssen warm empfohlen und gute Resultate erzielt. Wir haben sie ebenfalls mehrfach ausgeführt, sind aber der Ansicht, daß gerade die Nachbehandlung sehr viel Zeit und Ruhe erfordert. Es ist notwendig, daß der Verwundete lange Zeit von demselben Chirurgen am gleichen Ort in einem stabilen Lazarett behandelt werden kann.

Sind diese Vorbedingungen nicht erfüllt, müssen die Verwundeten vielmehr sofort abtransportiert werden, ist ferner die Knochensplitterung sehr groß, so empfehlen wir die primäre Amputation. In den Fällen von extrakapsulären Unterschenkelerschüssen, bei denen die Femurepiphyse erhalten ist, kann man die Exartikulation im Kniegelenk ausführen, vorausgesetzt, daß für die spätere Deckung genug Haut vorhanden ist. Wiederholt haben wir die Patella erhalten. Wir haben uns aber nicht entschließen können, im Felde primär nach Gritti zu amputieren, da diese Plastik wegen der Infektion nur selten gelingt; vielmehr haben wir es den Heimatchirurgen überlassen, bei der späteren Reamputation erst den Grittistumpf nach Anfrischung der Knie-

scheibe zu bilden. Daß er tragfähig sein kann, auch wenn die Patella später abgeleitet, lehrt Abb. 232.

#### b) Die Behandlung des Pyarthros.

Nirgends ist der Streit der Meinungen so groß wie bei der Behandlung des veriterten Kniegelenkes, die ganz sicher zu den schwierigsten Aufgaben der modernen Kriegschirurgie gehört.

Zur Bekämpfung der Kniegelenkeiterung stehen uns drei Behandlungsmethoden zu Gebote, die Drainage des Gelenkes mit Karbolfüllung, die Aufklappung des Gelenkes bzw. die Resektion und schließlich die Amputation.

##### a) Die Drainage des Kniegelenkes nach PAYR<sup>135)</sup>.

Ist durch die Punktion Eiter im Kniegelenk nachgewiesen worden, so gilt es, dem Eitersofort nach außen Abfluß zu verschaffen. Das Kniegelenk wird im oberen Quadranten an der Außenseite mit einem ganz kleinen Schnitt eröffnet und ein Glasrohr eingelegt.



Nur wenn die Kniekehle druckempfindlich ist, wenn also die Infektion bereits die hintere Gelenkkapseltasche ergriffen hat, ist sofort die Drainage nach hinten von der Kniekehle aus anzuschließen. Das Kniegelenk wird mit einem Antiseptikum gespült und dann gefüllt. Die Glasröhren werden mit Wattepfropfen oder mit Korkstöpseln verschlossen. Anfänglich jeden Tag, später alle 3 Tage wird die Spülung wiederholt. Man kann das Gelenk von oben nach unten durchspülen. Meist jedoch verlegen sich die hinteren Glasröhren sehr schnell wegen der Schwellung des Gelenkapparates. Da die hintere Kniegelenktasche durch eine senkrechte Scheidewand in zwei Teile getrennt ist, so haben wir immer die hintere Kniegelenkdrainage medial und lateral ausgeführt oder uns in letzter Zeit des Schnittes nach KROH<sup>136)</sup> bedient, der in sehr übersichtlicher Weise den hinteren Gelenkabchnitt freilegt. Schließlich haben wir, wenn der Eiter nicht genügend Abfluß hatte, die klassische Drainage des Gelenkes nach allen Richtungen vorgenommen. Überblicken wir unsere Resultate, die wir beim vereiterten Kniegelenk sowohl mit der Payrschen wie mit der klassischen Drainage erreicht haben, so sind sie nicht günstig. Bewegliche Gelenke haben wir nicht erzielt, vielmehr haben wir bei einer großen Zahl unserer Kniegelenkverletzten

#### β) die sekundäre Aufklappung oder die Resektion des Gelenkes

vornehmen müssen.

Dieser Eingriff wird indiziert in erster Linie durch den örtlichen Befund am Gelenk selber, und zwar dann, wenn sich aus dem Empyem eine Kapselphlegmone oder gar eine Panarthrititis entwickelt, ferner durch zunehmende Verschlechterung des Allgemeinzustandes. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der Aufklappung und der Resektion des Gelenkes besteht dabei nicht. Die Wahl, ob einfache Aufklappung oder Resektion der Gelenkenden, bestimmt der Befund am Gelenk selber. Führen auch diese Methoden nicht zum Ziele, besteht die Gefahr, daß der Kranke septisch wird, so ist die

#### γ) sekundäre Amputation

oberhalb des Kniegelenkes vorzunehmen.

Die Entscheidung, wenn man beim Pyarthros noch mit der Aufklappung auskommt und wann man lieber sofort amputieren soll, ist außerordentlich schwierig. Die Erfahrung hat gelehrt, worauf auch besonders PROPPING<sup>137)</sup> aufmerksam gemacht hat, daß die Patienten am schlechtesten daran sind, welche alle Operationen, Inzision, Resektion und Amputation, hintereinander durchgemacht haben: THÖLE<sup>138)</sup> betont mit Recht, daß die Chirurgen mit der Gelenkresektion deshalb so schlechte Erfahrungen gemacht haben, weil sie zu spät resezierten. Diesen Eindruck haben auch wir gewonnen, und wir haben in der letzten Zeit des Krieges uns eher zur Amputation entschlossen, nachdem wir die traurige Erfahrung gemacht hatten, daß wir trotz der sekundären Resektion und Amputation den Patienten nicht mehr am Leben erhalten konnten.

### IV. Die operative Technik.

#### a) Der Verschluß der Kniegelenkkapsel.

Der Verschluß bei reinen Kapselschüssen des Kniegelenkes ist im allgemeinen einfach, wenn es sich um Verletzungen im oberen und seitlichen Quadranten des Kniegelenkes handelt, weil hier genügend Raum zur Nahtvereinigung vorhanden ist. Die Technik gestaltet sich folgendermaßen:

Nach breiter Umschneidung der zerfetzten Wundränder wird der Riß in der Gelenkkapsel freigelegt. Auch hier werden die unregelmäßigen Ränder abgetragen, lose Knochensplitter, Tuchfetzen, Projektile werden entfernt, das Gelenk wird gespült

und der Defekt in der Gelenkkapsel mit Seidenknopfnähten geschlossen. Die Nahtreihe wird zur Sicherung am besten in zwei Schichten angelegt. Die Haut bleibt weit offen, ein Tampon kommt auf die Nahtlinie. Ist das Kniegelenk an der Außen- und Innenseite auf breite Strecken aufgerissen, so ist der Verschuß meist unmöglich. Denn erstens läßt sich die Kapsel von der Unterlage, mit der sie fest verwachsen ist, zum Zwecke der Nahtvereinigung gar nicht ablösen, und zweitens ist meist infolge gleichzeitiger Knochenverletzung der Defekt so groß, daß er sich nicht zusammenziehen läßt. Man muß also daran denken, den Defekt zu überbrücken.

Der einfachste Weg zur Überbrückung ist die Verwendung eines gestielten Hautlappens, der wegen der Gefäßversorgung mit der Basis nach der medialen Seite geschnitten und auf die Lücke in der Gelenkkapsel aufgenäht wird. Dieser Verschuß ist aber schlecht, weil die Haut im Verhältnis zur Kapsel ein physiologisch ungleichartiges Gewebe ist. Die Vereinigung hält meist nicht, das Gelenk wird infiziert. Wesentlich besser ist daher die Plastik mit gestielten Faszienlappen. Der Hautschnitt wird nach oben auf den Oberschenkel hinaufgeführt, ein dem Kapseldefekt in seiner Größe entsprechender Lappen wird in der Fascia lata umschnitten, nach unten heruntergeklappt und dann zirkulär in den Defekt mit Knopfnähten eingenäht. Diese Methode ist deshalb so gut, weil die Faszie annähernd das gleiche physiologische Gewebe wie die Gelenkkapsel ist. Unter Umständen kann man auch die benachbarten Muskeln zur Deckung heranziehen. So hat KRÜGER<sup>139)</sup> den M. sartorius scharf ausgelöst und ihn auf den Kapseldefekt aufgenäht, oder den M. quadriceps der Länge nach gespalten und die Zipfel seitlich auf die Kapsellöcher aufgeheftet.

Schließlich kann man auch die Gelenkkapsel an dem Knochen selber fixieren. Man kann, wie KRÜGER es vorgeschlagen hat, die Kapsel mit Stecknadeln am Knochen ringsum annageln oder, wie LANDOIS es getan hat, mit Seidennähten am Knochen und Knorpel fixieren.

Die beste Methode aber von allen, die entschieden den physiologischen Verhältnissen am meisten Rechnung trägt, ist die der Kapselmobilisation nach KROH<sup>140)</sup>. Sie beruht darauf, daß der Gelenkkapselüberschuß im Bereiche des oberen Rezessus nach Ablösung von der Unterlage und Herunterklappen zum Nahtverschuß benutzt werden kann.

Dieser Weg, den KROH angegeben hat, ist von großer Wichtigkeit bei den offenen Patellarbrüchen. Bei diesen wird man in erster Linie versuchen, durch eine die Kniescheibenfragmente zirkulär umfassende Drahtnaht in horizontaler Richtung (cerclage nach Berger) den Defekt zu schließen. Das hat aber seine Schwierigkeiten, weil sehr oft kleine Knochenstücke in den Frakturlinien ausgebrochen sind und weil man im Kriege nicht, wie bei den Nähten der subkutanen Patellarbrüche, die Haut über der Knochenwunde nähen kann. Deshalb muß man sehr häufig die ganze zertrümmerte Kniescheibe exstirpieren und dann den großen Defekt in der Kapsel verschließen. Zu diesem Zwecke mobilisiert KROH den oberen Rezessus in folgender Weise: Er präpariert das Synovialisblatt des oberen Rezessus vor der Rückseite des M. quadriceps und von der Vorderfläche des Femur ab und zieht es mit Pinzetten nach unten. Der so mobilisierte obere Rezessus läßt sich ohne Spannung mit der erhaltengebliebenen unteren Kapselwand vernähen.

Trotzdem ist bei so großen verschmutzten Wunden der Endausgang stets ein zweifelhafter, besonders bei nasser Jahreszeit.

#### b) Die Eröffnung des Kniegelenkes zur Entfernung von Fremdkörpern.

Eine große Zahl von Schnittführungen zur Eröffnung des Kniegelenkes sind angegeben worden. Der Chirurg im Felde muß bei seinen meist durch Projektile und Erde infizierten Wunden anders verfahren als der Chirurg in der Heimat, der später aus einem aseptisch verheilten Kniegelenk Fremdkörper zu entfernen hat. Der Feldchirurg

muß sich in erster Linie den Verhältnissen, wie sie durch die Wunden gegeben sind, anpassen. Für gewöhnlich wird man die Einschußöffnung umschneiden, sie erweitern und so in vielen Fällen den Einblick in das Gelenk erreichen, der nötig ist, um den Geschößsplitter extrahieren zu können.

Liegt das Projektil so ungünstig, daß der Zugang zu ihm von einer einfachen Inzisionswunde nicht möglich ist, so ist die breite Eröffnung des Gelenkes notwendig. Man kann mit Quer- und Längsschnitten das Kniegelenk aufklappen.

Die klassischen Querschnitte nach C. VON TEXTOR, RICH. VON VOLKMANN und EUGEN HAHN sind deshalb für die temporäre Eröffnung weniger geeignet, weil der Gelenk- und Streckapparat breit durchtrennt werden muß. Immerhin haben KLOSE<sup>141)</sup> und KATZENSTEIN<sup>142)</sup> sich des Textorschen Schnittes oftmals mit Erfolg bedient.

Von den vielen Längsschnitten, die Verwendung finden, hat sich uns zur Eröffnung des Kniegelenkes entschieden der Payrsche Schnitt am besten bewährt, weil er einen vorzüglichen Zugang zum Gelenk gibt und dabei außerordentlich schonend mit dem Streck- und Gelenkapparat verfährt. Die genaue Vorschrift lautet:

**Eröffnung des Kniegelenkes mit dem medialen S-förmigen Schnitt nach PAYR<sup>143)</sup>.**

Der Schnitt beginnt handbreit über der Patella, geht medial S-förmig um die Kniescheibe herum bis zur Tuberositas tibiae. Freilegung der Rektus- und der gemeinsamen Quadrizepsendsehne und Loslösung des Vastus medialis von der gemeinsamen Strecksehne durch Längsschnitt, genau an der Grenze zwischen Sehne und Muskelfleisch, mindestens handbreit oberhalb der Patella. Durchtrennung der fibrösen Kapsel, Freilegung des Kniescheibenbandes bis zu seinem Ansatz, Längsspaltung des oberen Rezessus an seinem medialen Rande.

Luxation der Patella mit der völlig intakten Hälfte des Streckapparates nach außen.

Auf alle Schnittführungen, die für die Eröffnung des Kniegelenkes gebräuchlich sind, kann hier nicht eingegangen werden. Wir verweisen auf die Arbeit von LANDOIS sowie auf den Abschnitt von H. VON HABERER in diesem Werke.

**c) Die Drainage des Kniegelenkes.**

Am gebräuchlichsten ist immer noch die alte klassische Drainage des Kniegelenkes, die in der breiten Eröffnung der vorderen Gelenktasche zu beiden Seiten der Patella besteht, mit Durchlegen von 2 Dränröhren von einer Seite zur anderen, sowie des oberen Rezessus. Sie hat ihre großen Schattenseiten. Denn von vornherein ist es bei dieser Methode feststehend, daß der Gelenkapparat zerstört und das Gelenk steif wird. Um die Gelenkversteifung zu verhindern, hat PAYR<sup>144)</sup> die Einnähung eines Glasrohres in den Gelenkhohlraum zum Zwecke der Drainage bei gleichzeitiger Füllung der Gelenkkapsel mit einem Antiseptikum angegeben. Die Technik ist folgende:

Kleiner Hautschnitt kleinfingerbreit nach innen oder nach außen von der Patella und ebenso weit von ihrem oberen Rande entfernt. Die Hautwunde wird auseinandergezogen, Spaltung der Weichteile, Eröffnung der Gelenkkapsel zwischen zwei kleinen Haken, Einlegen eines die Kapselöffnung genau abschließenden Glasdräns, das mit Watte oder Wachs verschlossen wird.

Von großer Bedeutung ist die Drainage des hinteren Kniegelenkabschnittes, die von E. VON BERGMANN<sup>145)</sup> im Russisch-Türkischen Kriege 1877 schon ausgiebig angewandt worden ist. Von den verschiedensten deutschen Chirurgen sind Vorschläge für diese sehr wichtige Operation gemacht worden, so von RIEDEL<sup>146)</sup>, PAYR<sup>147)</sup>, HARTUNG<sup>148)</sup>, BAUM<sup>149)</sup>, LÄWEN<sup>150)</sup>, KROH<sup>151)</sup> u. a.

Die besten Verfahren sind die von PAYR und KROH, die hier ausführlich wieder gegeben werden sollen.

**Die Drainage der hinteren Kniegelenktasche nach PAYR.**

PAYR eröffnet das Kniegelenk von hinten medial und lateral und gibt folgende Vorschrift:

Medial: Bauchlage des Patienten, Schnitt in der Kniekehle über der Mitte des medialen Kondylus. Freilegung der Sehne des M. semitendinosus, semimembranosus und des medialen Kopfes des Gastrocnemius.



Semitendinosus und Semimembranosus werden nach medial, Gastrocnemius nach lateral gezogen. Der mediale Gastrocnemiuskopf wird von der Kapsel abgezogen, die jetzt frei liegende Gelenkkapsel wird quer in Höhe des Gelenkspaltes inzidiert. Einführen eines Glasdräns.

Lateral: Bauchlage des Patienten, Schnitt in die Kniekehle über dem lateralen Kondylus. Freilegen des M. plantaris, des N. cutan. surae lateralis und des N. peroneus. Die beiden Nerven werden lateralwärts, der M. plantaris wird medialwärts gezogen. Der zum Vorschein kommende laterale Gastrocnemiuskopf wird der Längsrichtung der Fasern entsprechend durchtrennt. Nach Auseinanderziehen der Muskelwunde liegt die hintere laterale Gelenktasche vor, die quer eröffnet wird. Einführen eines Dräns.

Gelegentlich hat PAYR eine flache Rinne in den medialen Kondylus des Femur für eine bequeme Lage des Dräns ausgemeißelt oder er hat aus dem medialen Meniskus ein fingerdickes Stück entfernt. Dann liegt das Drän in natürlicher Lage im Gelenkspalt.

Als Nachteil dieser Methode war von mehreren Seiten die Gefahr der Arrosion der A. poplitea hervorgehoben worden, so von GEIGES<sup>152</sup>), HARTMANN<sup>153</sup>), FRANZ<sup>154</sup>), WOLFF<sup>155</sup>). Wir haben niemals Nachblutungen aus den Kniekehlengefäßen erlebt und glauben, daß in solchen Fällen immer ein technischer Fehler vorgelegen hat. Bei richtiger Ausführung der Payrschen Regeln kommen die Dränröhren mit den großen Gefäßen gar nicht in Berührung.

KROH hat ein Verfahren ausgearbeitet, das für den weniger geschulten Chirurgen technisch einfacher und bei dem die Übersicht und die Freilegung der hinteren Kapseltasche noch besser ist.

Die Vorschrift ist folgende:

Medial: Rückenlage des Patienten bei um 45° gebeugtem Knie. Schnitt zwischen der Sehne des M. Adductor longus und dem vorderen Rande des Sartorius. Spaltung der Faszie, Durchtrennung der Gelenkkapsel 2—4 mm unterhalb des Randes des Kondylus medialis und breite Eröffnung nach becken- und fußwärts.

Lateral: Lagerung wie oben. Schnitt zwischen dem Außenrande des M. quadriceps und der Sehne des M. biceps. Spaltung der Faszie. Eröffnung der Gelenkkapsel 2—4 mm unterhalb des Randes des Condylus lateralis und breite Spaltung. Einführung von Dräns.

#### d) Die breite Aufklappung und die Resektion.

Wir weisen auf den von H. VON HABERER in diesem Werke bearbeiteten Abschnitt hin.

#### Die Nachbehandlung der operierten Kniegelenkschüsse.

Reine Kapselverletzungen des Kniegelenkes, die mit Naht geschlossen und dann mit einem Antiseptikum gefüllt worden sind, ebenso Kniegelenkschüsse mit geringfügigen Knochenabsprengungen werden von uns in der Volkmannschen T-Schiene verbunden. Die Lage ist in dieser Schiene ganz ausgezeichnet, viel besser, als in einem großen Beckengipsverband, der sehr bald viel zu weit wird, und dann nicht mehr genügend fixiert, sobald die Polsterung sich zusammengedrückt hat und die Muskulatur atrophisch geworden ist. Aber auch die Braunsche<sup>156</sup>) Schiene haben wir viel benutzt. Vorzüglich ist die Braunsche Schiene für die Nachbehandlung der dränierten Kniegelenkempyeme und der Kniegelenkresektionen. Die Vorteile sind verschieden. Das Gelenk liegt auf der Schiene in leichter Beugstellung, alle Muskeln sind wegen der Mittelstellung des Gelenkes entspannt und man kann bequem zur Entfernung der Gelenkenden voneinander einen Zugverband am Unterschenkel anlegen. Die Übersicht über das infizierte Gelenk ist, weil man es auf der Schiene aussparen kann, ohne daß die Fixation leidet, eine vorzügliche. Parartikuläre Abszesse werden nicht so leicht übersehen wie in einem Gipsverband. Der Abfluß des Eiters aus den hinteren Drainageöffnungen in der Kniekehle erfolgt ausgezeichnet, am besten, in eine unter das Gelenk gestellte Eiterschale. Später, wenn die akuten Erscheinungen abgeklungen sind und das

Gelenk ausgranuliert, wird die geringe Beugung durch Zugverband oder durch Belastung mit Sandsäcken leicht beseitigt, worauf ein Beckengipsverband angezeigt ist.

Während der Nachbehandlung der Kniegelenkresektionen bildet sich sehr leicht eine falsche Stellung der resezierten Knochenenden aus. Es wird der Oberschenkel durch die großen Beckenmuskeln nach außen gedreht, während der Unterschenkel wagerecht liegenbleibt. Sind die Knochen konsolidiert, so ist eine Deformität entstanden, die sehr unangenehm für den Patienten ist und auf die schon FRANZ KÖNIG<sup>157)</sup> nach dem Kriege 1870/71 aufmerksam gemacht hat.

#### e) Ausgänge bei den Kniegelenkschüssen.

##### a) Sterblichkeit.

Jeder, der als Chirurg in einer vorderen Sanitätsformation tätig gewesen ist, weiß, daß die Kniegelenkverletzungen neben den Hüftgelenkschüssen prognostisch am ungünstigsten zu bewerten sind. Die Erfahrungen, die von den deutschen Chirurgen während des Krieges 1870/71 gemacht sind, geben uns ein sehr genaues Bild<sup>158)</sup>.

Auf deutscher Seite betrug die Gesamtzahl der Kniegelenkwunden 1428. Von diesen 1428 Verwundeten starben 724 = 52,6%.

Von den 82 Kniegelenkresektionen wurden 15 geheilt, 67 = 81,7% starben (vgl. Tabelle I, S. 6\*, Bd. III Allg. Teil, und Tabelle XIV, S. 63\*, Bd. III Allg. Teil).

Sehr interessant ist die Statistik, die GURLT<sup>159)</sup> in seinem berühmten Werke auf S. 1271 über die Resultate der Gelenkresektionen gibt, die in den Kriegen seit der Französischen Revolution ausgeführt worden sind:

Gesamtzahl	144
Geheilt . .	33
Unbekannt	1
Gestorben	110 = 76,92% Mortalität.

Aus diesem großen Kriege liegen zahlreiche Mitteilungen vor. THÖLE<sup>160)</sup>, der im Weltkriege 1914 bis 1918 die sehr große Zahl von 152 Schußverletzungen des Kniegelenkes behandelt hat, gibt eine genaue Statistik über die Ausgänge derselben. Von diesen 152 Fällen wurden geheilt 121, gestorben sind 31 = 20,4%.

Von den 121 Geheilten sind:

- 18 reseziert bzw. aufgeklappt,
- 2 reseziert und sekundär amputiert,
- 16 primär amputiert.

Von den 31 Gestorbenen sind:

- 9 reseziert,
- 4 reseziert, bzw. aufgeklappt und sekundär amputiert,
- 8 primär amputiert.

Die Angaben über die Höhe der Sterblichkeit lauten verschieden. Die Mortalität ist natürlich um so größer, je näher der Front der betreffende Chirurg seine Arbeitsstätte hat, weil die schweren Fälle so lange bei den vorderen Sanitätsformationen verbleiben, bis sie transportfähig sind.



Abb. 233. Ankylose des Kniegelenkes nach dräniertem und ausgeheiltem Empyem.

Die Zahlen von KOENNECKE<sup>161)</sup> aus der Göttinger Universitätsklinik, der von 68 Kniegelenkverletzten 12=17,6% durch den Tod verlor, beweisen aber, daß auch in der Heimat die Sterblichkeit der Kniegelenkschüsse bei dem an sich schon gesiebten Material noch recht hoch ist.

### β) Endresultat bei den Geheilten.

Wenn die Verwundeten frühzeitig in sachgemäße chirurgische Behandlung kommen, so ist die Prognose bei den reinen Weichteilschüssen des Knies eine sehr gute. Die meisten mit primärer Naht versorgten Weichteilschüsse heilen mit Beweglichkeit aus. Auch ein großer Teil der Knieschußverletzten, bei denen nur ein geringer Grad der Knochensplitterung vorliegt, erlangt einen Teil seiner ehemaligen Funktion wieder. Gehen aber die Sprünge tief in das Gelenk und tritt eine Infektion hinzu, so ist die Prognose in bezug auf Erhaltung der Extremität eine schlechte. Die meisten Gelenke müssen reseziert oder amputiert werden, und viele Verwundete sterben an Sepsis.

Auch hier hat THÖLE wieder instruktive Zahlen über seine Resultate mitgeteilt, die wiedergegeben werden sollen.

Von 121 geheilten Kniegelenkverletzten waren k. v. 36. Ein frei bewegliches Knie erhielten ferner 7.

Es wurden g. v. 17

„ „ a. v. 7

„ „ k. u. 40

AXHAUSEN<sup>162)</sup> erhielt unter 32 operativ behandelten Fällen von Kniegelenkschüssen 23mal ein bewegliches Gelenk = 65,6%.

PH. ERLACHER<sup>163)</sup>, der 260 geheilte Kniegelenkverletzungen aus diesem Kriege 1914—1918, bei denen häufig die Aufklappung und 14 Gelenkresektionen gemacht worden waren, nachuntersucht hat, gibt folgende Zahlen.

Bei diesen 260 Nachuntersuchten fanden sich:

bei 139 Ankylosen,

„ 8 Schlottergelenke,

„ 74 stark eingeschränkte Beweglichkeit,

„ 36 mäßig eingeschränkte Beweglichkeit,

„ 3 normale Beweglichkeit.

Im allgemeinen sind die Endresultate bei den Resektionen nicht günstig, da ein großer Teil der resezierten Kniegelenke nicht fest wird.

VON SACKEN<sup>164)</sup> hat wiederholt Schlottergelenke, die noch nach Monaten amputiert werden mußten, bei seinen Nachuntersuchten gefunden. Diese Erfahrung können wir nur bestätigen.

Man wird den großen Resektionsstatistiken dieses ungeheuren Krieges gerade mit Rücksicht auf die Endausgänge beim Kniegelenk mit Spannung entgegensetzen.

## 7. Fußgelenk.

### I. Die pathologische Anatomie der Fußgelenkschüsse.

Die Fußwurzelknochen liegen auf engem Raume dicht beieinander. Durch dasselbe Projektil können mehrere Gelenke zu gleicher Zeit eröffnet werden.

Wir müssen im allgemeinen aus rein praktischen Gründen unterscheiden die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes von den Verletzungen der übrigen Fußgelenke. Hier sollen nur die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes behandelt werden, da diejenigen des Fußes eine eingehende Besprechung durch M. MARTENS in diesem Werke erfahren haben.

Die Eröffnung des oberen Sprunggelenkes ohne Knochenverletzung ist nur dann möglich, wenn das Projektil parallel zur vorderen oder hinteren Tibiakante in hori-



zontaler Richtung seinen Weg nimmt. Dementsprechend wird dort, wo sich die vordere und die hintere Gelenkkapseltasche vorwölbt, das Gelenk aufgerissen, wobei dann meist vorn die Strecksehnen, hinten die Achillessehne mitbetroffen ist. Ist der knöcherne Gelenkapparat auch beteiligt, so sehen wir die verschiedensten Bilder, je nachdem das Geschoß extrakapsulär oder intrakapsulär die Gelenkgegend getroffen hat.

Bei den extrakapsulären Unterschenkelbrüchen stehen die V- und T-Brüche im Vordergrund. Die Sprünge gehen allein durch die Tibia, allein durch die Fibula oder sie gehen als kombinierte Frakturen von Tibia und Fibula in das obere Sprunggelenk hinein.

Für die intrakapsulären Schußbrüche des Talokruralgelenkes sind charakteristisch die reinen Talusfrakturen, die entweder die Rolle oder den Körper des Talus als solchen treffen. Meist jedoch ist die Talusfraktur kombiniert mit den Frakturen beider Malleolen.

Als eine letzte Möglichkeit wären noch die extrakapsulären Talus- und Kalkaneusschüsse mit Sprüngen im oberen und unteren Sprunggelenk zu erwähnen.

## II. Die Klinik der Fußgelenkverletzungen.

Die genaue klinische Diagnose, welche Form der Fußgelenkverletzung vorliegt, ist ohne Röntgenbild in den meisten Fällen unmöglich. Bei Durchschüssen kann man sich nach dem Verlaufe des Schußkanals noch am ehesten ein ungefähres Bild von der Art und dem Grade der vorliegenden Knochenbeteiligung machen. Bei Steckschüssen ist dieses ganz unmöglich. Ist die Gelenkkapsel an einer Stelle aufgerissen, so empfindet der Verwundete als erstes Symptom einen stechenden Schmerz, er kann nicht mehr lange laufen, und bei Knochenbeteiligung ist die Gehfähigkeit vollständig aufgehoben.

Schon sehr bald stellt sich ein Erguß im oberen Sprunggelenk ein. Dieser ist allenfalls in den ersten Stunden nach der Verletzung nachweisbar, und zwar nur an der Vorderseite, dort, wo die Kapsel direkt unter der Faszia liegt. Bei starken Knochensprüngen im Gelenk tritt Blut und Synovia in das parartikuläre Gewebe ein; es entsteht sehr bald eine unförmige Schwellung des ganzen Fußgelenkes, und Einzelheiten sind jetzt ohne Röntgenbild überhaupt nicht mehr zu erkennen. Beim Klopfen gegen die Fußsohle gibt der Kranke, wenn eine Fraktur im oberen Sprunggelenk vorhanden ist, die Schmerzen ganz typisch in Höhe der vorderen, horizontal verlaufenden Tibiakante an, während diese bei den extrakapsulären Talus- und Kalkaneusschüssen mit Beteiligung des unteren Sprunggelenkes weiter nach unten zur Sohle hin verlegt werden. Alle passiven Bewegungen im Fußgelenk sind äußerst schmerzhaft, die aktiven meist vollkommen aufgehoben und besonders die Rotation unmöglich.

### Der infizierte Gelenkschuß.

Sind Bakterien in das Gelenk von außen eingewandert, so geht die Temperatur in die Höhe und der Puls steigt. Die Schwellung bleibt. Die Kapsel ist unter Umständen prall gefüllt und wölbt sich vorn und hinten zu beiden Seiten der Achillessehne deutlich vor. Jede Berührung des Gelenkes ist äußerst schmerzhaft, jede aktive Bewegung unmöglich. Bei der Kapselphlegmone ist für den Kranken das Heraus-



Abb. 234. Vereiterter Schußbruch des Talus und des Kalkaneus.  
(Breslauer Klinik.)

heben des Beines aus der Schiene ohne Unterstützung des Fußes äußerst schmerzhaft, weil die muskuläre Fixation des Fußes verlorengegangen ist. Bei der Punktion erhält man meist nur sehr wenig Eiter, denn der Raum des oberen Sprunggelenkes ist nur sehr klein. Der Eiter sucht sich seinen Weg nach außen, und zwar brechen die parartikulären Abszesse durch: aus der vorderen Kapseltasche, dort, wo die Kapsel direkt unter der Faszie liegt, zu beiden Seiten der großen Strecksehnen, und aus der hinteren Kapseltasche neben der Achillessehne.

Der Eiter kann in die Sehnenscheiden des Fußes eindringen und sich zwischen den Beugemuskeln der Wade fortsetzen.

Das Allgemeinbefinden der Kranken ist gestört, die Temperatur schwankt zwischen 39° und 40°.

### III. Die Behandlung der Fußgelenkschüsse.

#### a) Die Behandlung des frischen Fußgelenkschusses.

Bei glatten Infanteriedurchschüssen wird man abwarten. Zu Anfang des Krieges, aber auch später in trockener Jahreszeit haben wir beide im Felde eine große Anzahl solcher Fußgelenkdurchschüsse reaktionslos heilen gesehen. Ebenso sind wir bei kleinen Granatsplittersteckschüssen ohne nennenswerte Knochenverletzungen konservativ vorgegangen. Sitzt ein Splitter im oberen Sprunggelenk und ist die Entfernung von der vorderen oder hinteren Gelenkkapseltasche nach dem Röntgenbilde nicht möglich, so bleibt nur die Aufklappung des Talokruralgelenkes mit dem Kocherschen Lateralschnitt übrig. Zu diesem großen Eingriff haben wir uns zur Extraktion von Geschößsplittern nicht entschließen können, sondern vorläufig abgewartet, ob eine Infektion einsetzen würde.

Sind die Wunden im Bereiche des Fußgelenkes stark verschmutzt, so ist die Exzision baldigst vorzunehmen. Dabei macht der Verschuß der Gelenkkapsel große Schwierigkeit. Denn die Gelenkkapsel ist viel zu klein, als daß es gelänge, sie bei breiten Rissen durch Naht zu schließen. Ebenso ist die Deckung mit gestielten Faszienlappen deshalb undurchführbar, weil

überall die Strecksehnen vorne, die Achillessehne hinten vor der Kapsel liegt, so daß kein Raum zur Fixation der Faszie auf der Kapsel da ist.

Das Gegebene ist in solchen Fällen die Drainage des Gelenkes und Spülung desselben mit einem Desinfizenz, die alle zwei Tage wiederholt wird. Aber der Erfolg ist natürlich unsicher, weil das Gelenk offengeblieben ist. Liegt eine weitgehende Zersplitterung des Gelenkes vor, ist der Talus zerbrochen und sind die Malleolen frakturiert, so ist die primäre Resektion indiziert. Je nach Lage des Falles gestaltet sich die Operation verschieden. Sind die Malleolen verletzt, so haben wir diese abgesägt, den Talus entfernt und das Gelenk drainiert. Ist nur der Talus gebrochen, so genügt die Entfernung dieses Knochens allein vollständig. Ja, es ist vor der Absägung der unteren Tibiaepiphyse, wenn sie intakt ist, abzuraten, weil das spätere funktionelle Resultat ein sehr viel besseres ist, wenn der Kalkaneus in der Malleolengabel fest fixiert steht.

Bei vollständiger Zertrümmerung des Fußgelenkes mit Verletzung großer Gefäße und Nerven ist die primäre Amputation angezeigt. Unter Umständen kann man noch den Pirogoff machen. Man läßt nach Absägung der unteren Unterschenkel-



Abb. 235.  
Schußverletzung des Mittelfußes.  
(Breslauer Klinik.)

epiphysen und des Kalkaneus die Wunde am besten weit offen und nagelt erst später in der Heimat, wenn die Infektion abgeklungen ist, den Knochendeckel des Fersenbeines auf den Unterschenkel auf.

Die primäre Plastik nach Pirogoff hat sich nicht bewährt, weil die Wunden zu häufig vereitern.

#### b) Die Behandlung des infizierten Fußgelenkschusses.

Das Fußgelenk ist bekanntlich ein Scharniergelenk mit einer vorderen und einer hinteren Gelenkkapseltasche. So erleben wir es nicht selten, daß bei Steckschüssen, wenn z. B. das Projektil in der hinteren Tasche liegt, nur diese allein infiziert ist, während der vordere Raum noch frei von der Infektion ist. In solchen Fällen wird man zuerst vom hinteren Schnitt aus die Kapsel eröffnen, den Geschößsplitter entfernen und das Gelenk drainieren. Erst wenn eine Panarthrititis vorliegt, ist auch die Drainage der vorderen Tasche vorzunehmen. PAYR<sup>165)</sup> warnt mit Recht davor, gleich beide Gelenktaschen zu eröffnen, solange der Eiterprozeß noch auf einen Gelenkabschnitt begrenzt ist.

Führt die Drainage der vorderen und hinteren Tasche mit Durchspülung des Gelenkes nicht zum Ziele, so ist man verpflichtet, das Gelenk breit aufzuklappen. Dieses kommt vor allem in Frage bei der infizierten Fußgelenkfraktur. Mit dem Kocherschen Lateralschnitt hat man einen vorzüglichen breiten Zugang, kann Splitter ausräumen und den Talus in toto entfernen. Auch der Payrsche hintere Schnitt gibt guten Zugang zum Gelenk.

Die beste Drainage des oberen Sprunggelenkes wird erst durch die Exstirpation des Talus erreicht. Denn gerade in dem straffen Sprunggelenk steht der Eiter unter hohem Druck. Eine Druckentlastung erfolgt erst nach Fortnahme des Talus, und deshalb stehen viele Chirurgen auf dem Standpunkte, beim Pyarthros des oberen Sprunggelenkes eo ipso den Talus zu exstirpieren.

Die Epiphysengabel ist nach Möglichkeit zu erhalten.

Erfolgt trotz breiter Aufklappung des Gelenkes keine Abgrenzung des Eiterprozesses, so ist die sekundäre Amputation angezeigt, die ebenso bei der infizierten Gelenkfraktur mit fortschreitender Phlegmone zu erfolgen hat.

Bei richtiger Behandlung wird man im allgemeinen nur selten in die Lage kommen, Füße wegen infizierten Fußgelenkes amputieren zu müssen, da nach unseren Erfahrungen die Infektionen der Fußgelenkschüsse nicht sehr bösartig zu verlaufen pflegen.

### IV. Die operative Technik.

Die Drainage des oberen Sprunggelenkes kann von der vorderen oder der hinteren Kapseltasche aus erfolgen.

Von PAYR und KROH sind zweckmäßige Vorschriften ausgearbeitet worden, von denen wir die wichtigsten hier folgen lassen.

#### a) Die Drainage des oberen Sprunggelenkes von vorne nach PAYR<sup>166)</sup>.

Die vordere Kapseltasche kann man von medial und lateral eröffnen.

**Lateraler Schnitt.** Hautschnitt parallel zum Verlauf der Zehenstrecksehnen, etwas nach innen vom vorderen Rande des Knöchels. Die Faszie wird durchtrennt, und die Sehnen werden nach der medialen Seite gezogen, und die jetzt freiliegende Kapsel wird eröffnet.

**Medialer Schnitt:** Hautschnitt parallel zur Längsachse des Fußes. Daumenbreit nach vorne von der Spitze des inneren Knöchels. Die Faszie wird durchtrennt. Die Kapsel wird neben der Sehne der M. tibialis ant. und Extensor hallucis longus, die aber nicht freigelegt werden sollen, inzidiert.

Der Zugang, der mit diesen beiden Schnitten zum Gelenk erreicht wird, ist ein guter. Man kann ihn aber noch besser gestalten, wenn man nach dem Vorgange von KROH<sup>167)</sup>, den Schnitt von der Gelenkkapsel in das Periost fortführt und so eine Kapsel-Periost-Manschette bildet, die man hochklappen kann.



### b) Die Drainage des oberen Sprunggelenkes nach hinten nach PAYR.

Schnitt bogenförmig hinter dem Malleolus externus zwischen Peroneussehnen und Achillessehne. Das zwischen Achillessehne und Sprunggelenk gelegene Fettgewebe wird durchtrennt, die hintere Tasche des oberen Sprunggelenkes liegt jetzt vor, die quer durchtrennt wird, unter starker Dorsalflexion des Fußes.

Es entspricht dieser Schnitt dem oberen Teile des Kocherschen Schnittes.

### c) Aufklappung des oberen Sprunggelenkes von hinten nach PAYR.

Lagerung des Verwundeten auf den Bauch. Es wird ein bogenförmiger Schnitt gebildet, der auf der medialen Seite zwei Finger breit über dem Malleolus internus beginnt, an der Innenseite der Achillessehne entlang läuft und dann dicht oberhalb des Ansatzes der Achillessehne über diese hinweggeht bis zur Spitze des äußeren Knöchels. Der Hautlappen wird nach lateral präpariert, die freiliegende Achillessehne wird Z-förmig durchtrennt. Zieht man die beiden Sehnenlappen nach außen und innen, so liegt das Fettgewebe sowie die hintere Kapseltasche frei zutage. Die Kapsel wird quer eingeschnitten. Jetzt läßt sich die hintere Kapseltasche bei Dorsalflexion des Fußes gut übersehen.

Den bei weitem besten Zugang gibt der Schnitt von KOCHER und LAUENSTEIN, mit dem man gleichzeitig die Resektion der Unterschenkelepiphyse und die Entfernung des Talus ausführen kann.

### d) Die Aufklappung des oberen Sprunggelenkes nach KOCHER und LAUENSTEIN.

Der Fuß wird auf die mediale Seite gelegt. Der Schnitt, der ca. 10 cm oberhalb der äußeren Malleolenspitze beginnt, läuft hinter der Fibula nach abwärts, umkreist den äußeren Knöchel und läuft bogenförmig auf die vordere Fußfläche. Die M. peronei werden geschont und nach oben gezogen oder durchtrennt, um später genäht zu werden. Die Lig. Tibiotalare und Tibiocalcaneum werden dicht unter dem Malleolus externus durchtrennt. Jetzt wird die frei liegende Gelenkkapsel in Höhe des Gelenkspaltes quer eingeschnitten, wobei die Strecksehnen stark nach medial gezogen werden.

Durch starke Rotations- und Abduktionsbewegung des Fußes wird das Gelenk breit aufgeklappt. Alle Einzelheiten des oberen Sprunggelenkes lassen sich ausgezeichnet übersehen. Man kann jetzt Fremdkörper aus dem Gelenk entfernen oder den Talus exstirpieren und die Gelenkresektion anschließen.

Über die Schnittführungen bei den Resektionen siehe den Abschnitt, den H. VON HABERER in diesem Werke bearbeitet hat.

## V. Die Nachbehandlung der operierten Fußschüsse.

Die Lagerung der unteren Extremität und des Fußes geschieht am besten in der Volkmannschen oder in der Braunschen Schiene. Sorgfältig ist darauf zu achten, daß die Drainage gut funktioniert, und bei den Resektionen, daß die Knochen zu Anfang der Behandlung weit auseinanderstehen, um dem Eiter genügend Abfluß zu schaffen. Zu diesem Zwecke hat H. BRAUN<sup>168)</sup> einen schmalen Metallstreifen in der Wunde über den Kalkaneus hinweggezogen und auf diese Weise ein weites Klaffen der Wundränder erzielt. Für die offene Wundbehandlung ist diese von H. BRAUN ersonnene Methode sehr gut, ist aber natürlich nur in einem stabilen Feld- oder in einem Kriegslazarett anwendbar.

Wichtig ist, was gar nicht genug betont werden kann, darauf zu achten, daß der Fuß dauernd in rechtwinkliger Stellung steht. Ein Spitzfuß ist zum Gehakt unbrauchbar.

## VI. Ausgänge der Fußgelenkschüsse.

### a) Sterblichkeit.

Auf Grund der Mitteilungen der deutschen Chirurgen des Deutsch-Französischen Krieges von 1870/71 schwankte die Mortalität bei den Fußgelenkschüssen zwischen 30% und 38%. Und zwar notiert:

Der deutsche Sanitätsbericht <sup>169)</sup>	= 30,2% Sterblichkeit
BILLROTH <sup>170)</sup> . . . . .	= 34% „
SOCIN . . . . .	= 38% „

bei ihrem Material.

In dem Weltkriege von 1914—1918 ist die Sterblichkeit bei dieser Gelenkverletzung sehr heruntergegangen.

SCHENK<sup>171)</sup>, ZIEGNER<sup>172)</sup>, KOENNECKE<sup>173)</sup> haben unter ihrer kleinen Beobachtungsreihe keinen Todesfall bei Fußgelenkschüssen gesehen. VON TAPPEINER<sup>174)</sup> verlor von 56 Verwundeten mit Verletzungen des Fußgelenkes nur 1.

#### b) Endresultat bei den Geheilten.

Eine Reihe von Fußgelenkverletzten heilen mit einem beweglichen Gelenk aus, vorausgesetzt, daß die Knochenbeteiligung nur eine geringe ist. PAYR, ZIEGNER, VON TAPPEINER und LANDOIS<sup>175)</sup> haben solche Fälle beobachtet.

Auch die Fußgelenkresektionen geben gute Resultate, wenn die Nachbehandlung eine richtige war und die resezierten Füße dauernd in rechtwinkliger Stellung fixiert waren.

VON LANGENBECK<sup>176)</sup>, ZIEGNER u. a. haben gezeigt, daß Verwundete mit Fußgelenkresektionen wieder vollkommen leistungsfähig werden, ja selbst größte Marschleistungen machen können. Die Abwicklung des Fußes beim Gehakt erfolgt nach den Resektionen vikariierend in den Tarsalgelenken, so daß man äußerlich beim ruhigen Gang dem Patienten nicht anmerken kann, ob das Sprunggelenk versteift oder gar reseziert ist. Da die amtlichen statistischen Erhebungen aus diesem Kriege noch nicht vorliegen, so können wir ein abschließendes Urteil über die Endresultate noch nicht geben. Eine instruktive Zusammenstellung hat PH. ERLACHER<sup>177)</sup> gegeben, die hier wiedergegeben werden soll.

ERLACHER untersuchte 232 geheilte Sprunggelenkverletzungen, bei denen 12mal das Gelenk reseziert und 10mal der Talus entfernt worden war.

Bei diesen 232 Nachuntersuchten fanden sich:

bei 141 Ankylosen,	
„ 4 Schlottergelenke,	
„ 27 starke	} Beweglichkeit.
„ 56 mäßige	
„ 4 normale	

#### Literatur.

- 1) AXHAUSEN, Konservative und operative Behandlung der Kriegsschußverletzungen des Kniegelenkes. Bruns' Beitr. z. klin. Chir. 1918 Bd. 112 S. 639.
- 2) BORNHAUPT, L., Die Schußverletzungen der Gelenke im Russisch-Japanischen Kriege 1904/05. Arch. f. klin. Chir. 1906 Bd. 80 S. 33.
- 3) EXNER, Chirurgie in dem Balkankriege 1912/13. Neue D. Chir. Bd. 15. Verlag F. Enke, Stuttgart 1914.
- 4) AXHAUSEN, s. Nr. 1.
- 5) TAPPEINER, VON, Erfahrungen und Ergebnisse der Gelenkchirurgie während meiner Tätigkeit in Feld- und Kriegslazaretten der Westfront. D. Zeitschr. f. Chir. 1918 Bd. 147 S. 289.
- 6) FISCHER, H., Handbuch der Kriegschirurgie, 2. Aufl. Verlag F. Enke, Stuttgart 1882.
- 7) — ebenda. Bd. 1 S. 142.
- 8) PERTHES, Knochen- und Gelenkschüsse. Bruns' Beitr. 1916 Bd. 98 S. 632.
- 9) KUHLOW, Die in der Breslauer chirurgischen Universitätsklinik während des Weltkrieges 1914/18 behandelten Schußverletzungen der Gelenke. Inaug.-Diss. Breslau 1919.
- 10) VOLLBRECHT und WIETING, Kriegsärztliche Erfahrungen aus dem Balkankrieg 1912/13. Verlag Fischer, Berlin 1915.
- 11) ZAHNRADNICKY, Über Schußverletzungen der großen Gelenke. Bruns' Beitr. 1915 Bd. 97 S. 452.
- 12) STIGLBAUER, R., Über Schußverletzungen des Kniegelenkes in den späteren Stadien. Wien. klin. W. 1919 Nr. 18 S. 482.
- 13) PROPPING, Über die Behandlung der Kniegelenkschüsse. Arch. f. klin. Chir. 1919 Bd. 111 S. 794.
- 14) THÖLE, Die Behandlung der Schußverletzungen des Kniegelenkes. Bruns' Beitr. 1918 Bd. 112 S. 1.

- 15) ZIEGNER, H., Beiträge zu den infizierten Gelenksteckschüssen. D. Zeitschr. f. Chir. 1918 Bd. 144 S. 362.
- 16) SCHLOFFER, Zur Behandlung eiternder Knieschüsse. Med. Klin. 1915 Nr. 41 S. 1119.
- 17) BAISCH, Über Gelenkverletzungen. M. Med. W. 1915 S. 922.
- 18) KOENNECKE, V., Erfahrungen über Gelenkschüsse. Bruns' Beitr. 1917 Bd. 106 S. 645.
- 19) NOETZEL, Experimentelle Untersuchungen über die Infektion und Bakterienresorption: 1. der Gelenke; 2. des Subduralraumes usw. Arch. f. klin. Chir. 1906 Bd. 81 S. 593.
- 20) FEDERMANN, A., Über Frühoperation der Kniegelenkschüsse. D. Med. W. 1918 Nr. 30. S. 827.
- 21) FENNER, F., Vuzin in der Gelenktherapie. D. Med. W. 1918 Nr. 42.
- 22) COENEN, Der Gasbrand. PAYR-KÜTTNERS Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie Bd. 11 S. 235 bis 364, und Monographie, Verlag Springer, Berlin 1919.
- 23) URTEL, Chemische Antisepsis der Kriegswunden, sowie primäre Wundbehandlung der Gelenkschüsse. M. Med. W. 1918 Nr. 35.
- 24) PROPPING, K., Über die Behandlung der Kniegelenkschüsse. Arch. f. klin. Chir. 1919 Bd. 111, S. 794.
- 25) ZIEGNER, H., s. Nr. 15.
- 26) EXNER, s. Nr. 3.
- 27) ISRAEL und HERTZBERG, Experimentelle Untersuchungen über die Gerinnung des Blutes in serösen Höhlen und Gelenken. Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1918 Bd. 30, S. 171.
- 28) JAFFÉ, A., Über die Veränderung der Synovialmembran bei Berührung mit Blut. Arch. f. klin. Chir. 1897 Bd. 54 S. 68.
- 29) PAYR, Arm- und Beinschußbrüche; Gelenkschüsse, Gelenkeiterungen. Kriegschirurgetagung in Brüssel 7. 4. 15. Bruns' Beitr. Bd. 96.
- 30) — Gelenkverletzungen, Gelenkeiterungen und ihre Behandlung. M. Med. W. 1915 Nr. 37—39.
- 31) — Verlauf und Behandlung von Gelenkeiterungen; Technik der Eröffnung und Drainage. D. Zeitschr. f. Chir. 1916 Bd. 139 S. 1—64.
- 32) — Über Verlauf, Verhütung und Behandlung von Gelenkeiterungen. Jahreskurse f. ärztl. Fortbildung Dezember 1917.
- 33) LANDOIS, Die Kriegsverletzungen der großen Gelenke. PAYR-KÜTTNERS Erg. d. Chir. u. Orth. 1920 Bd. 13.
- 34) FRANZ, Über Steckschüsse in oder in der Nähe von Gelenken. Arch. f. klin. Chir. Bd. 110 S. 1.
- 35) ZIEGNER, H., Beiträge zu den infizierten Gelenksteckschüssen. D. Zeitschr. f. Chir. 1918 Bd. 144 S. 362.
- 36) SEHRT, Die Stauungsbehandlung schwerer Granat- und Schrapnellverletzungen. M. Med. W. 1915 Nr. 37, Feldbeilage S. 1260. — Die konservative Behandlung schwerer Gelenkschußverletzungen mit Dauerstauung. M. Med. W. 1916 Nr. 10 u. 11, Feldärztl. Beilage.
- 37) LINBERGER, Über Stauungsbehandlung bei Gelenkverletzungen. M. Med. W. 1916 Nr. 9, Feldärztl. Beilage S. 330.
- 38) WÉDERHAKE, Grundsätze der Wundbehandlung. M. Med. W. 1917 Nr. 48 S. 1550.
- 39) THIES, A., Die Behandlung chirurgischer Infektionen mit rhythmischer Stauung. M. Med. W. 1916 Nr. 32, Feldbeilage S. 1165.
- 40) SPECHT, O., Erfahrungen über rhythmische Stauungen bei Gelenkinfektionen. Bruns' Beitr. 1919 Bd. 117 S. 391.
- 41) S. Nr. 29—32.
- 42) FEDERMANN, Über Frühoperation der Kniegelenkschüsse. D. Med. W. 1918 Nr. 30 S. 827.
- 43) FREUND, FR., Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Kniegelenkdurchschüsse ohne Knochenverletzungen. Inaug.-Diss. Breslau 1920.
- 44) GÜMBEL, TH., Beitrag zur Beurteilung der Payrschen Phenolkampferbehandlung frischer Gelenkverletzungen durch Artilleriegeschöß. D. Zeitschr. f. Chir. 1918 Bd. 143 S. 335.
- 45) HEDDAEUS, Über die Behandlung schwerer Frakturen und Gelenkverletzungen im Feldlazarett. M. Med. W. 1915 Nr. 40, Feldärztl. Beilage S. 1370.  
— Zur Prophylaxe und Therapie der Vereiterung durch Geschosse verletzter Kniegelenke. Bruns' Beitr. 1917 Bd. 105 S. 225.
- 46) KEHL, H., Über die Naht frischer Amputations- und Gelenkwunden nach Schußverletzungen. M. Med. W. 1918 Nr. 30 S. 819.
- 47) KREGLINGER, Zur Klinik der Kniegelenkschüsse. M. Med. W. 1918 Nr. 6 S. 150.
- 48) LEHMANN, Zum primären Verschuß schußverletzter Gelenke. Bruns' Beitr. 1918 Bd. 112 S. 678.
- 49) MENNENGA, Über primäre Wundbehandlung bei Kniegelenkschüssen. M. Med. W. 1917 Nr. 18 S. 599.
- 50) PEISER, A., Die Frühoperation der Gelenkschußverletzungen. Bruns' Beitr. 1918 Bd. 109 H. 4.
- 51) HEDDAEUS, s. Nr. 45.
- 52) KRÜGER, Verhütungen der Gelenkeiterungen bei Kriegsverletzungen durch Frühoperation und Karbolsäurebehandlung. M. Med. W. 1917, Feldärztl. Beilage S. 1124.
- 53) KEHL, s. Nr. 46.
- 54) KOCHMANN, A., Das Kniegelenkempyem, mit besonderer Berücksichtigung der Phenolkampferbehandlung. Zeitschr. f. ärztl. Fortbildung 1916 Nr. 24 S. 663.
- 55) CHLUMSKY, V., Über die Behandlung der chirurgischen Infektionen mit Phenolkampfer. Zbl. f. Chir. 1905 Nr. 33, S. 857.
- 56) DREYER, L., Experimentelle Untersuchungen zur Therapie der akuten eitrigen Gelenkentzündung. Bruns' Beitr. 1911 Bd. 75 S. 73.
- 57) LEHMANN, Zum primären Verschuß schußverletzter Gelenke. Bruns' Beitr. 1918 Bd. 112 S. 678.
- 58) URTEL, Chemische Antisepsis der Kriegswunden sowie primäre Wundbehandlung der Gelenkschüsse. M. Med. W. 1918 Nr. 35 S. 963.



- <sup>59</sup>) CHURCHMAN, The treatment of joints infections by lavage and direct medication. *Annals of Surgery* 1915, Oct. Nr. 4.
- <sup>60</sup>) KLAPP, Die verstärkte Prophylaxe bei Kriegsverletzungen durch Tiefenantisepsis mit Morgenroth-schen Chininderivaten. *D. Med. W.* 1917 Nr. 44 S. 1180.  
— Tiefenantisepsis mit Chininabkömmlingen. *Verhandl. d. III. Kriegschirurgetagung in Brüssel* 1918. *Bruns' Beitr.* 1918 Bd. 113 S. 115.
- <sup>61</sup>) STIEDA, CHR., Beiträge zur Behandlung von Verwundungen des Kniegelenkes mit Vuzin. *M. Med. W.* 1918 Nr. 42 S. 1162.
- <sup>62</sup>) FENNER, F., Vuzin in der Gelenktherapie. *D. Med. W.* 1918 Nr. 42 S. 1160.
- <sup>63</sup>) HAUKE, H., Wundbehandlung mit Isoktylhydrokuprein (Vuzin) nach KLAPP. *Berl. Klin. W.* 1919 Nr. 25.
- <sup>64</sup>) THÖLE, Die Behandlungen der Schußverletzungen des Kniegelenkes. *Bruns' Beitr.* 1918 Bd. 112 S. 1.
- <sup>65</sup>) RICHTER, Die Behandlung der Kniegelenkschußverletzungen. *Bruns' Beitr.* 112 1918 S. 209.
- <sup>66</sup>) SCHENK, Die Kriegschirurgie der Gelenkschußverletzungen. *D. Zeitschr. f. Chir.* 1919 Bd. 150 S. 152.
- <sup>67</sup>) BÖHLER, Spezialabteilungen für Knochenschußbrüche und Gelenkschüsse nahe an der Front und die in denselben erzielten Erfolge. *Zeitschr. f. orthop. Chir.* 1918 Bd. 38 S. 629.
- <sup>68</sup>) Vgl. PONOMAREFF. Über die Behandlung infizierter Verletzungen des Kniegelenkes mit Bierscher Stauungshyperämie. *Bruns' Beitr.* 1913 Bd. 82 S. 131.
- <sup>69</sup>) THÖLE, Die Behandlung der Schußverletzungen des Kniegelenkes. *Bruns' Beitr.* 1918 Bd. 112 H. 1.
- <sup>70</sup>) LANDOIS, Nr. 33.
- <sup>71</sup>) EISELSBERG, VON, Diskussion zur offenen Wundbehandlung. *III. Kriegschirurgetag in Brüssel.* *Bruns' Beitr.* 1918 Bd. 113 H. 1.
- <sup>72</sup>) BRAUN, Die offene Wundbehandlung. *Bruns' Beitr.* 1915 Bd. 98 S. 13. Weiteres zur offenen Wundbehandlung. Ihre Geschichte und Indikation. Beschreibung einer neuen Beinschiene. *Bruns' Beitr.* 1917 Bd. 107 S. 1.
- <sup>73</sup>) — Über offene Wundbehandlung und eine Behandlungsschiene für die untere Extremität. *M. Med. W.* 1916 Nr. 38 S. 1402.
- <sup>74</sup>) HOTZ, Weitere Erfahrungen aus einem deutschen Reservelazarett. *Korrespondenzblatt f. Schweizer Ärzte* 1915 Nr. 45.
- <sup>75</sup>) DRÜNER, Über Gelenkschnitte an der Schulter. *D. Zeitschr. f. Chir.* 1918 Bd. 147 S. 211.
- <sup>76</sup>) LANDOIS, s. Nr. 33.
- <sup>77</sup>) BURCKHARDT und LANDOIS, F., Erfahrungen über die Behandlung infizierter Gelenke im Kriege. *M. Med. W.* 1915 Nr. 21, *Feldärztl. Beilage* Nr. 21; *Bruns' Beitr.* 1916 Bd. 98 S. 358.
- <sup>78</sup>) Operationslehre von BIER, BRAUN, KÜMMELL, Bd. 5. *Verl. Ambr. Barth, Leipzig.*
- <sup>79</sup>) LANDOIS, s. Nr. 33.
- <sup>80</sup>) LANDOIS, s. Nr. 33.
- <sup>81</sup>) PAYR, Verlauf und Behandlung von Gelenkeiterungen. *Technik der Eröffnung und Drainage.* *D. Zeitschr. f. Chir.* 1916 Bd. 139 S. 1—64.
- <sup>82</sup>) KROH, F., Der einfachste Weg zur übersichtlichen Einstellung des schußverletzten Ellbogen- und Fußgelenkes. *Zbl. f. Chir.* 1919 Nr. 7 S. 114.
- <sup>83</sup>) DOBERAUER, Zur Drainage des Ellbogengelenkes. *M. Med. W.* 1915 Nr. 14, *Feldärztl. Beilage* S. 491.
- <sup>84</sup>) SCHENK, Die Kriegschirurgie der Gelenkschußverletzungen. *D. Zeitschr. f. Chir.* 1919 Bd. 150 S. 152.
- <sup>85</sup>) KOENNECKE, Erfahrungen über Gelenkschüsse. *Bruns' Beitr.* 1917 Bd. 106 S. 645.
- <sup>86</sup>) LANDOIS, s. Nr. 33.
- <sup>87</sup>) SCHEVEN, VON, Über die Schußverletzungen des Handgelenkes, besonders während des letzten Krieges, und die Resultate ihrer Behandlung. *D. militärärztl. Zeitschr.* 1876 S. 114.
- <sup>88</sup>) LANDOIS, s. Nr. 33.
- <sup>89</sup>) GLAESSNER, Die Schußverletzungen der Hand. *PAYR-KÜTTNERS Erg. d. Chir. u. Orth.* 1919 Bd. 11. S. 211.
- <sup>90</sup>) BIER-BRAUN-KÜMMELL, Operationslehre Bd. 5.
- <sup>91</sup>) KLAPP, R., Die Behandlung schwerer Kriegsverletzungen der Hand. *M. Med. W.* 1916 S. 1173.
- <sup>92</sup>) LANGENBECK, B. VON, Über die Schußfrakturen der Gelenke und ihre Behandlung. *Verlag A. Hirschwald, Berlin* 1868. — *Verh. d. dtsh. Ges. f. Chir., Berlin* 1874 Bd. 2 S. 106. Über die Endresultate der Gelenkresektionen im Kriege. *Langenbecks Arch.* 1874 Bd. 16 S. 340.
- <sup>93</sup>) GURLT, E., Die Gelenkresektionen nach Schußverletzungen. *Verlag Hirschwald, Berlin* 1879.
- <sup>94</sup>) LANGENBECK, VON, Über die Schußverletzungen des Hüftgelenkes. *Langenbecks Arch.* 1874 Bd. 16 S. 263.
- <sup>95</sup>) — s. Nr. 94.
- <sup>96</sup>) STEINDL, H., Erfahrungen über Hüftgelenkschüsse und Hüftgelenkeiterungen. *Wien. Med. W.* 1917 Nr. 8 S. 413.
- <sup>97</sup>) LANDOIS, F., Die Kriegsverletzungen der großen Gelenke. *PAYR-KÜTTNERS Erg. d. Chir. u. Orth.* Bd. 13. 1921.
- <sup>98</sup>) LANGENBECK, VON, *Langenbecks Arch.* 1874 Bd. 16.
- <sup>99</sup>) FISCHER, H., zit. nach VON LANGENBECK, *Tabelle II* Nr. 5. *Langenbecks Archiv* 1874 Bd. 16 S. 263.
- <sup>100</sup>) LANGENBECK, VON, *Langenbecks Arch.* 1874 Bd. 16.
- <sup>101</sup>) STEINDL, s. Nr. 96.
- <sup>102</sup>) LANDOIS, s. Nr. 33.
- <sup>103</sup>) ZIEGNER, H., Beiträge zu den infizierten Gelenksteckschüssen. *D. Zeitschr. f. Chir.* 1918 Bd. 144 S. 362.

- 104) TAPPEINER, VON, Erfahrungen und Ergebnisse der Gelenkchirurgie usw. D. Zeitschr. f. Chir. 1918 Bd. 147 S. 289.
- 105) HOFMANN, VON, Über Gelenkschüsse. Wien. Med. W. 1917 Nr. 8 S. 393.
- 106) GOEBELL, Über Hüftgelenkschüsse. M. Med. W. 1915 Nr. 21 S. 721.
- 107) STEINDL, s. Nr. 96.
- 108) MAYER, L., Beitrag zur Behandlung der infizierten Schußverletzungen der Hüfte. Zeitschr. f. orth. Chir. 1918 Bd. 38 H. 3 u. 4.
- 109) LANGENBECK, VON, s. Nr. 92.
- 110) PAYR, E., Verlauf und Behandlung von Gelenkeiterungen usw. D. Zeitschr. f. Chir. 1916 Bd. 139. H. 1—4.
- 111) OTIS, Report on Excisions of the Head of the femur for Gunshot Injury. Washington 1869. Zirkular Nr. 2.
- 112) LANGENBECK, VON, Langenbecks Arch. 1874 Bd. 16.
- 113) RUPPRECHT, Diskussion zu KRÜGER. M. Med. W. 1916 S. 869.
- 114) DEININGER, Beiträge zu den Schußfrakturen des Hüftgelenkes usw. D. militärärztl. Zeitschr. 1874 S. 237.
- 115) LANGENBECK, VON, s. Nr. 94.
- 116) GURLT, Die Gelenkresektionen nach Schußverletzungen. Verlag A. Hirschwald, Berlin 1879.
- 117) MAYER, s. Nr. 108.
- 118) STAUFF, Gelenkresektion bei septischem Hüftschuß. Zbl. f. Chir. 1917 S. 283.
- 119) BURCKHARDT und LANDOIS, Erfahrungen über die Behandlung infizierter Gelenke im Kriege. Bruns' Beitr. 1916 Bd. 98 S. 358.
- 120) ERLACHER, Ph., Endbefunde nach direkten Gelenkverletzungen. Zbl. f. Chir. 1920 S. 327.
- 121) LANDOIS, PAYR-KÜTTNERS Erg. d. Chir. u. Orth. Bd. 13.
- 122) PRIBRAM, E., Zur Therapie der infizierten Knie- und Hüftgelenkverletzungen. Langenbecks Arch. Bd. 110 H. 3 u. 4.
- 123) SCHMIDT, A. B., Beitrag zur Behandlung frischer Gelenkverletzungen in einem Feldlazarett usw. Inaug.-Diss. Breslau 1919.
- 124) KÜTTNER, H., Kriegschirurgische Erfahrungen aus dem Südafrikanischen Kriege 1899/1900. Bruns' Beitr. 1900 Bd. 28 S. 717 u. 767.
- 125) TREVES, zit. nach KÜTTNER.
- 126) LANDOIS, s. Nr. 97.
- 127) BECK, Chirurgie der Schußverletzungen. Freiburg 1872.
- 128) SIMON, GUSTAV, Zur Prognose und Behandlung der Schußwunden des Kniegelenkes. D. Klin. 1871 Nr. 29 u. 30.
- 129) BOEHR, Die Diagnose der Schußwunden des Kniegelenkes. D. militärärztl. Zeitschr. 1872 1. Jahrgang S. 146.
- 130) MÜLLER, R., Über penetrierende Kniegelenkwunden. Langenbecks Arch. 1913 Bd. 101 S. 398.
- 131) FREUND, F., Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Kniegelenkdurchschüsse ohne Knochenverletzungen. Inaug.-Diss. Breslau 1920.
- 132) LANDOIS, s. Nr. 97.
- 133) PAYR, s. das., D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 139.
- 134) AXHAUSEN, G., Konservative oder operative Behandlung der Kriegsschußverletzungen des Kniegelenkes. Bruns' Beitr. 1918 Bd. 112 S. 639.
- 135) PAYR, s. das., D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 139.
- 136) KROH, Die Eröffnung bzw. Drainage der hinteren Kniegelenkkapseltaschen usw. Zentr. f. Chir. 1919 Nr. 3 S. 40.
- 137) PROPPING, K., Über die Behandlung der Kniegelenkschüsse. Langenbecks Arch. 1919 Bd. 111 S. 794.
- 138) THÖLE, Die Behandlung der Schußverletzungen des Kniegelenkes. Bruns Beitr. 1918 Bd. 112 S. 1.
- 139) KRÜGER, Die Methoden des operativen Gelenkschusses bei penetrierenden Verletzungen. M. Med. W. 1919 Nr. 8 S. 209.
- 140) KROH, Die Mobilisierung der Kniegelenkkapseltaschen, eine ausgezeichnete Methode usw. Zbl. f. Chir. 1919 Nr. 6 S. 102.
- 141) KLOSE, H., Erfahrungen über Kniegelenkschüsse, insbesondere über primäre Gelenknaht. Med. Klin. 1916 Nr. 53 S. 1385.
- 142) KATZENSTEIN, Aseptische Gelenkoperationen in der Kriegschirurgie. Berl. Klin. W. 1917 Nr. 39 S. 941.
- 143) PAYR, Einfaches und schonendes Verfahren zur beliebig breiten Eröffnung des Kniegelenkes. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 41 S. 921.
- 144) — Verlauf und Behandlung von Gelenkeiterungen. Technik der Eröffnung und Drainage. D. Zeitschr. f. Chir. 1916 Bd. 139 H. 1—4.
- 145) BERGMANN, VON, Die Behandlung der Schußwunden des Kniegelenkes im Kriege. Verlag F. Enke, Stuttgart 1878.
- 146) RIEDEL, Die Drainage des hinter den Kondylen gelegenen Kniegelenkabschnittes bei Arthritis purulenta genu. D. Med. W. 1910 Nr. 13 S. 602.
- 147) PAYR, s. Nr. 144.
- 148) HARTTUNG, Zur Behandlung schwacher Formen von Kniegelenkempyemen. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 28 S. 624.
- 149) BAUM, Zur Freilegung und Eröffnung des hinteren Rezessus bei Kniegelenkeiterungen. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 19 S. 404.
- 150) LÄWEN, Resektion der hinteren Femurkondylen bei schweren Kniegelenkeiterungen. Zbl. f. Chir. 1919 Nr. 24 S. 452.

- <sup>151)</sup> KROH, Die Eröffnung bzw. Drainage der hinteren Kniegelenkkapseltaschen vom inneren und äußeren Seitenschnitt aus. Zbl. f. Chir. 1919 Nr. 3 S. 40.
- <sup>152)</sup> GEIGES, Die Behandlung der infizierten Schußverletzungen großer Gelenke. M. Med. W. 1917 Nr. 9, Feldärztl. Beilage S. 296.
- <sup>153)</sup> HARTMANN, Die Wundbehandlung und Verbandtechnik in einem Kriegslazarett usw. Bruns Beitr. 1917 Bd. 107 S. 202.
- <sup>154)</sup> FRANZ, Über Steckschüsse in oder in der Nähe von Gelenken. Langenbecks Arch. Bd. 110 S. 1.
- <sup>155)</sup> WOLFF, A., Gefahren der hinteren Kniegelenkdrainage. Ärztesitzung in Berlin. M. Med. W. 1917 S. 423.
- <sup>156)</sup> BRAUN, Weiteres zur offenen Wundbehandlung usw. Bruns' Beitr. 1917 Bd. 107 S. 1.
- <sup>157)</sup> KÖNIG, Beiträge zur Würdigung der Resektionen des Kniegelenkes nach Schußverletzungen. Berl. Klin. W. 1871 Nr. 30 S. 352.
- <sup>158)</sup> Sanitätsbericht über die deutschen Heere 1870/71. Berlin 1888 u. 1890. Bd. 3 Spez. Teil S. 668 Tabelle I.
- <sup>159)</sup> GURLT, Die Gelenkresektionen nach Schußverletzungen. Verlag Hirschwald, Berlin 1879.
- <sup>160)</sup> THÖLE, Die Behandlung der Schußverletzungen des Kniegelenkes. Bruns' Beitr. 1918 Bd. 112 S. 1.
- <sup>161)</sup> KOENNECKE, Erfahrungen über Gelenkschüsse. Bruns' Beitr. 1917 Bd. 106 S. 645.
- <sup>162)</sup> AXHAUSEN, Konservative oder operative Behandlung der Kriegsschußverletzungen des Kniegelenkes. Bruns' Beitr. 1918 Bd. 112 S. 639.
- <sup>163)</sup> ERLACHER, Endbefunde nach direkten Gelenkverletzungen. Zbl. f. Chir. 1920 S. 327.
- <sup>164)</sup> SACKEN, VON, Ein Beitrag zur Beurteilung der ausgedehnten Resektionen der Gelenke und Diaphysen usw. Langenbecks Arch. 1919 Bd. 111 S. 539.
- <sup>165)</sup> PAYR, s. Nr. 166.
- <sup>166)</sup> — D. Zeitschr. f. Chir. 1916 Bd. 139.
- <sup>167)</sup> KROH, Der einfachste Weg zur übersichtlichen Einstellung des schußverletzten Ellbogen- und Fußgelenkes. Zbl. f. Chir. 1919 Nr. 7 S. 114.
- <sup>168)</sup> BRAUN, Weiteres zur offenen Wundbehandlung. Bruns' Beitr. 1917 Bd. 107 S. 1.
- <sup>169)</sup> Sanitätsbericht von 1870/71 Bd. 3 Spez. Teil S. 668.
- <sup>170)</sup> BILLROTH und SOCIN zit. nach VON LANGENBECK, Über die Endresultate der Gelenkresektionen im Kriege. Langenbecks Arch. 1874 Bd. 16 S. 485.
- <sup>171)</sup> SCHENK, Die Kriegschirurgie der Gelenkschußverletzungen. D. Zeitschr. f. Chir. 1919 Bd. 150 S. 152.
- <sup>172)</sup> ZIEGNER, Beiträge zu den infizierten Gelenksteckschüssen. D. Zeitschr. f. Chir. 1918 Bd. 144 S. 362.
- <sup>173)</sup> KOENNECKE, Erfahrungen über Gelenkschüsse. Bruns Beitr. 1917 Bd. 106 S. 645.
- <sup>174)</sup> TAPPEINER, VON, Erfahrungen und Ergebnisse der Gelenkchirurgie usw. D. Zeitschr. f. Chir. 1918 Bd. 147 S. 289.
- <sup>175)</sup> LANDOIS, s. Nr. 97.
- <sup>176)</sup> LANGENBECK, VON, s. Nr. 98.
- <sup>177)</sup> ERLACHER, Endbefunde nach direkten Gelenkverletzungen. Zbl. f. Chir. 1920 S. 327.
- <sup>178)</sup> SCHÖNE, Über Tiefenantiseptis mit Chininderivaten. Bruns' Beitr. Bd. 113 1918.
- <sup>179)</sup> — Über antiseptische Wundbehandlung und die Einwirkung einiger Antiseptika auf die Gewebe. Langenbecks Arch. Bd. 113, 1.
- <sup>180)</sup> FRANZ, Kriegschirurgie. 1921, Leipzig, Verlag Klinkhardt.
- <sup>181)</sup> KÖRTE, Über die Kriegsverletzungen des Kniegelenkes. Acta chirurgica Scandinavica. Bd. 53. Fasc. V. 1920 Stockholm.
- <sup>182)</sup> WALKHOFF, Schußverletzungen des Knochengerüsts inkl. der Gelenke. Schjernings Handbuch der Ärzte. Erfahrungen im Weltkrieg 1914/1918 Bd. VIII. 1921. S. 248.



## IX. Die Pseudarthrosen nach Schußfrakturen\*) und ihre Behandlung.

Von Prof. Dr. NICOLAI GULEKE in Jena.

Im Kriege fachärztl. Beirat für den Bereich des XV. A.-K.

Mit 15 Abbildungen im Text.

Die Pseudarthrose, das „falsche Gelenk“, stellt den Endausgang nach nicht erfolgter Konsolidierung einer Fraktur oder eines Knochendefektes dar. Es handelt sich dabei um einen Dauerzustand, bei dem die reparatorischen Vorgänge am Knochen und den umgebenden Weichteilen zum Abschluß gekommen, „erschöpft“ sind. Solange das nicht der Fall ist, darf nicht von einer Pseudarthrose, sondern nur von „verzögerter Konsolidierung“ gesprochen werden, auch wenn seit der Entstehung der Fraktur Monate vergangen sind. So wichtig diese Unterscheidung für die Prognose der Fälle und die kritische Bewertung der Erfolge, besonders derjenigen der unblutigen Behandlungsmethoden ist, so schwierig kann sie im Einzelfalle sein. Den sichersten Anhaltspunkt gibt noch das Röntgenbild, und zwar besonders das in bestimmten Zeitabschnitten wiederholt aufgenommene Röntgenbild, das erkennen läßt, ob an den Knochenenden noch regenerative, produktive Vorgänge sich abspielen, oder ob die Kallusmassen abgebaut, die Knochenenden deutlicher abgegrenzt werden, der Spalt zwischen den Frakturenenden schärfer und breiter wird.

Man unterscheidet der Form nach einfache und Defektpseudarthrosen. Bei den einfachen Pseudarthrosen liegen die Fragmentenden nahe beisammen, nur getrennt durch den Bruchspalt, der in der Regel nur einige Millimeter breit und nicht in normaler Weise vom Kallus überbrückt worden ist. Die Form des Bruchspaltes kann eine sehr verschiedenartige sein, wie das Röntgenbild lehrt, und hängt naturgemäß von der Gestalt der Knochenenden, von der Art ihrer Gegenüberstellung und von der Entfernung derselben voneinander ab. Häufig gelingt es, den Spalt nur in einer bestimmten Projektionsrichtung auf dem Röntgenbild zur Anschauung zu bringen, da derselbe bei Aufnahmen in anderer Richtung durch Knochen oder Kallusmassen überdeckt wird (Abb. 236). Je älter die Pseudarthrose ist, um so schärfer ist die Begrenzung des Bruchspaltes und der sich rückbildenden Knochenenden, je jünger sie ist, um so unregelmäßiger und unschärfer ist der Spalt konturiert. Die oft kolbig verdickten Knochenenden weisen häufig eine Verdichtung der Knochenstruktur auf, die Markhöhle ist deckelartig abgeschlossen, während die Knochen im übrigen weithin auffallend atrophisch sind und, wie sich bei wiederholten Röntgenaufnahmen zeigt, mit der Zeit immer atrophischer werden. Der Rückbildungsprozeß an den Knochenenden und die damit einhergehende Verbreiterung des Spaltes beweist am besten, daß die knochenneubildenden Kräfte aufgebraucht sind, daß also eine spontane Besserung ausgeschlossen ist.

---

\*) Ausschließlich der Unterkieferpseudarthrosen, die in Kapitel I, 4 (Abschnitt von KLAPP, Kieferschußverletzungen, Bd. I, S. 498) bearbeitet sind.

Entsprechend diesen im Röntgenbild sich kennzeichnenden Vorgängen erweist sich bei der operativen Freilegung derartiger Pseudarthrosen der Knochen an seinen infolge der Splitterung oft ganz bizarr geformten und unregelmäßig verzahnten Enden von derben, oft, besonders nach längeren Eiterungen, außerordentlich fest-sitzenden Narben bedeckt und umklammert, so daß die beiden Fragmentenden vollständig von einander getrennt sind. Die in früheren Stadien auf der Oberfläche der Knochenenden deutlich sichtbaren Kallusmassen und Osteophyten, die gewöhnlich auffallend weich sind, schwinden mit der Zeit, und die Fragmentenden nehmen, je älter die Pseudarthrose ist, um so regelmäßiger eine konisch sich verjüngende oder abgerundete Form an (vgl. Abb. 236). Nicht selten findet man zwischen den Knochenenden, besonders, wenn eine sehr ausgiebige Beweglichkeit vorhanden war (einknochige Extremitätenabschnitte!) eine Art Gelenkkapsel mit synovialzottenähnlichen Erhebungen auf der Innenfläche und schleimigem Inhalt. Ob es sich dabei um Granulationshöhlen oder um eine Art Gelenkkapselbildung handelt, ist makroskopisch nicht immer leicht zu entscheiden. Nach meinen Erfahrungen erwies sich der Inhalt derartiger „Kapsel“bildungen stets als steril. Die Knochenenden selbst sind von schwieligem Narbengewebe durchwachsen, das sich weit in die auseinander gesprengten Enden der Knochen vorschiebt, oft von zystenartigen Höhlen mit schleimigem Inhalt durchsetzt. Narben, Knorpel-, osteoides und Knöchengewebe wechseln in ganz unregelmäßiger Weise miteinander ab. Erst wenn man diesen, den gesunden Knochen überlagernden Teil der Fragmentenden, ausgiebig reseziert, kommt man in normales, frisch blutendes Knochengewebe und an normales Knochenmark. Nicht selten finden sich in diesen Knochen-narben auch noch Granulationshöhlen um einen liegen-gebliebenen Sequester, was übrigens auf guten Röntgenbildern fast immer schon vor der Operation erkannt werden kann.

Muskelinterpositionen zwischen den Fragmenten spielen, entgegen früheren Anschauungen, wohl eine ganz untergeordnete Rolle. Wie die Mehrzahl der Chirurgen, habe ich selbst niemals eine solche gesehen, nur DEUS scheint sie häufiger vorgekommen zu sein. Dagegen findet man nicht selten zwischen den Fragmenten kleinere und größere Knochen-sequester oder auch Fremdkörper, vor allem Geschoßsplitter liegen, nach deren Entfernung es gelegentlich ohne weiteres zur Konsolidierung der Pseudarthrose kommt.

Bei den Defektpseudarthrosen liegt, entsprechend der Bezeichnung derselben, ein mehr oder weniger großer Knochensubstanzverlust zwischen den Fragmentenden vor. Bei schwerer Zersplitterung der Knochen mit nachfolgender Eiterung, bei gründlichen „primären Entsplitterungen“ kann der größte Teil eines Diaphysenknochens mitsamt seinem Periost verlorengehen, so daß eine Regeneration desselben nicht wieder eintritt. Ich habe derartig hochgradige Knochen-defekte besonders häufig an der Ulna gesehen, seltener am Humerus und Femur und an der Tibia (Abb. 237). Oft liegt eine von erhalten gebliebenem Periost aus gebildete isolierte Knochenspanne frei zwischen den Knochenenden, ohne daß sie imstande wäre, eine Verbindung herbeizuführen. Die im Gefolge der Pseudarthrose auftretende Atrophie der übriggebliebenen Knochenabschnitte ist, entsprechend der vollkommen fehlenden Möglichkeit einer funktionellen Belastung, bei Knochendefekten eine viel hochgradigere und frühzeitiger einsetzende, als das bei den einfachen Pseudarthrosen, bei denen die Fragmentenden sich noch berühren



Abb. 236.  
Humeruspseudarthrose.

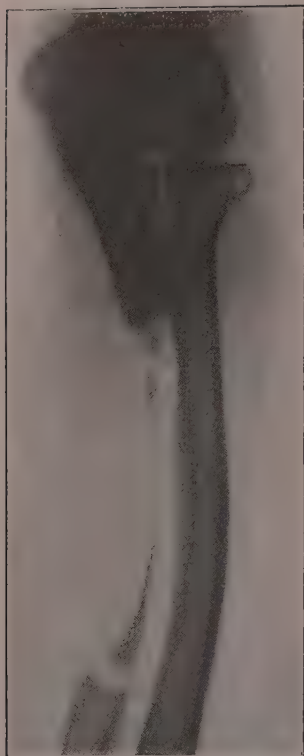


Abb. 237. Ausgedehnter Ulnadefekt,  $\frac{1}{2}$  Jahr nach der Schußfraktur.

(Aus Arch. f. Orthopädie u. Unfallchir., Bd. 16, Arbeit Guleke.)

und gegeneinander reiben, der Fall ist. Zu besonders hochgradiger Atrophie neigen die spongiösen Metaphysen und Epiphysen der Röhrenknochen, so daß dadurch der Pseudarthrosenoperation, so besonders am unteren Humerus- und Radiusende, desgleichen an den Enden der Tibia, oft große Schwierigkeiten erwachsen.

Die Ursache der Pseudarthrosenbildung nach Schußverletzungen ist eine verschiedenartige. Am häufigsten liegt ihr eine hochgradige Zersplitterung des Knochens, bei der durch die Schußwirkung eine große Anzahl der Knochensplitter aus dem Wundkanal herausgeschleudert wird, zugrunde. Dazu kommt die in solchen Fällen unausbleibliche schwere Eiterung, die zu weiteren Zerstörungen von Knochensubstanz und vor allen Dingen von Periost führt. Je intensiver und je länger eine Eiterung an den Fragmentenden sich etabliert, um so leichter wird eine Pseudarthrose entstehen. Zwischen die Fragmentenden zwischengelagerte abgestorbene Knochensplitter und Geschoßteile stören häufig die Konsolidierung, wenn sie andererseits auch die Knochenneubildung anreizen. Eine häufige Ursache der Pseudarthrosenentstehung stellt die frühzeitige sehr gründliche „Entsplitterung“ der Wunde dar, wie sie im Felde vielfach geübt worden ist. Die Anamnese bei der ganz überwiegenden Mehrzahl aller Fälle von Kriegspseudarthrosen hat den Beweis hierfür erbracht. Es muß daher davor gewarnt werden, in dieser Richtung allzu radikal vorzugehen und vor allen Dingen Knochensplitter und Periostfetzen, die noch im Zusammenhang mit der Umgebung stehen, also noch lebensfähig sind, zu entfernen. Ebenso möchte ich dringend vor der grund-

sätzlichen frühzeitigen Anfrischung und Naht der Knochenenden bei allen Schußfrakturen warnen. Ungeeignete Drainage, vor allen Dingen das Durchziehen von Dräns zwischen den Fragmentenden hindurch und das lange Liegenlassen der Dräns,

ungenügende Fixation der Bruchstücke im Verband, zu häufiger Verbandwechsel, zu frühzeitige Belastung und ähnliches kommt weiter in Betracht. Schließlich sei noch vor allzu energischer Extensionsbehandlung gewarnt, die bei der Mehrzahl der Schußfrakturen gar nicht notwendig ist. Eine zu weitgehende Distraction stark gesplitterter Fragmentenden muß ihre Konsolidierung erschweren.

Die Symptome der Pseudarthrosen sind je nach ihrem Sitz außerordentlich verschiedenartig. Es ist klar, daß eine an einem Oberarm (Abb. 238) oder Oberschenkel sitzende Pseudarthrose schwerere Störungen hervorrufen muß, als eine solche an einem Unterarm- oder Unterschenkelknochen, bei der der Nachbarknochen noch eine Stütze bildet. Sind beide Unterarm- oder Unterschenkelknochen pseudarthrotisch, so

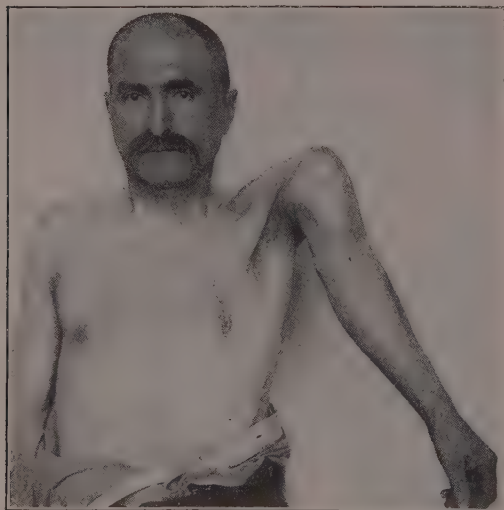


Abb. 238. Pseudarthrose des Humerus zwischen oberem und mittlerem Drittel beim Versuch, den Arm zu heben.



resultiert natürlich eine ebenso schwere Funktionsstörung wie an den Extremitätenabschnitten mit einem Stützknochen. Auch an den verschiedenen Abschnitten der einzelnen Knochen wird die durch eine Pseudarthrose hervorgerufene Störung eine verschieden schwere sein.

So bedingt eine Pseudarthrose in den mittleren Abschnitten des Humerus eine fast völlige Gebrauchsunfähigkeit des Armes, während eine dicht über dem Ellbogengelenk sitzende Pseudarthrose wesentlich geringere Funktionsstörungen hervorruft, ja sogar, wenn das benachbarte Ellbogengelenk versteift ist, funktionell mit ausgezeichnetem Resultat an dessen Stelle treten kann. Ein falsches Gelenk in der oberen Hälfte des Radius ist von nur geringen Störungen begleitet, schwerwiegend dagegen am distalen Ende. An der Ulna liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt, hier bedingen falsche Gelenke im oberen Abschnitt erhebliche Funktionsstörungen, im distalen Drittel dagegen so unwesentliche, daß z. B. Hotz es nicht für nötig hält, diese Pseudarthrosen überhaupt operativ anzugreifen. Am Unterschenkel bedingt eine Pseudarthrose der Tibia in allen Teilen ihres Verlaufes Gehunfähigkeit, da die Fibula nicht imstande ist, die Körperlast allein zu tragen, wenigstens nicht, solange sie als seitliche Schiene funktioniert. Die Pseudarthrose der Fibula dagegen spielt nur im untersten Drittel wegen der dadurch eintretenden Verschiebung des äußeren Knöchels eine nennenswerte Rolle.

Abgesehen von den Funktionsstörungen haben die Pseudarthrosen, besonders die in der Nähe von Gelenken auftretenden Pseudarthrosen, zunehmende Deformierung der betreffenden Gliedabschnitte zur Folge. So bildet sich bei Vorhandensein einer Pseudarthrose im distalen Radiusteil, besonders, wenn ein Knochendefekt vorliegt, regelmäßig eine Subluxationsstellung der Hand (Manus radioflexa, vgl. Abb. 239) aus. Wenn auch bei Sitz des falschen Gelenkes im distalen Ulnateil eine Verschiebung der Hand nur selten vorkommt, so zeigt doch die beifolgende Abbildung (Abb. 240), daß auch bei diesen Fällen die Operation der Pseudarthrose zweckmäßig ist. Ähnliches gilt für die Pseudarthrosen in der Nähe des Fußgelenkes. Es ist klar, daß je lockerer die Verbindung an der Pseudarthrosenstelle ist, je größer der Defekt zwischen den Knochen, je schlotternder die Fragmente miteinander zusammenhängen, desto schwerer auch die Funktionsstörungen und Deformierungen sein müssen.

Aus alledem ergibt sich, daß die Bedeutung einer Pseudarthrose je nach Form und Sitz derselben eine verschiedenartige sein, und daß bei ihrer Beurteilung außer den vorhandenen Funktionsstörungen auch die zu erwartenden Deformierungen berücksichtigt werden müssen. Ein weiteres stets in Betracht zu ziehendes Moment ist die mit der Dauer zunehmende Atrophie der pseudarthrotischen Knochen. Ist einmal eine Pseudarthrose voll ausgebildet, so ist eine spontane Heilung derselben ausgeschlossen, ein weiteres Zuwarten also nicht angebracht. Beim Abwarten wird nur die Knochenatrophie zunehmen, werden die Fragmentenden unfähiger, bei einer später evtl. vorzunehmenden Operation frischen kräftigen Kallus zu produ-



Abb. 239. Defektpseudarthrose im distalen Teil des Radius. Manus radioflexa.

(Aus Arch. f. Orthopädie u. Unfallchir., Bd. 16.)

zieren. Es wird also, wie die Erfahrung immer wieder lehrt, die Aussicht auf den Erfolg der Pseudarthrosenoperation mit dem unnötigen Hinausschieben derselben schlechter.

Ist somit ein zu langes Hinausschieben der Operation zu widerraten, so ist doch andererseits die Frage, von wann ab eine Pseudarthrose operiert werden darf, oft außerordentlich schwer zu beantworten. Ein großer Teil der Pseudarthrosenoperationen ist davon abhängig, daß der Wundverlauf sich aseptisch gestaltet; eine Eiterung in der Operationswunde muß also nach Möglichkeit ausgeschlossen werden. Bei den Fällen, bei denen es sich lediglich um ein Anfrischen und Zusammenschieben der Knochenenden handelt, ist diese Frage nicht so wichtig, da derartige Eingriffe häufig glücken, auch wenn die Wunden noch leicht infiziert sind und Fistelbildungen,



Abb. 240. Überbrückte Defektpseudarthrose des distalen Ulnaendes.

Granulations- und Sequesterhöhlen noch vorliegen. Anders bei den Fällen, bei denen freie Plastiken vorgenommen werden müssen. Wenn hierbei Eiterungen in der Operationswunde auftreten, so ist ein guter Ausgang zum mindesten zweifelhaft, wenn auch gelegentlich die Knochen- transplantate trotzdem zur Einheilung kommen. Es kommt daher alles darauf an, eine Infektion zu vermeiden. Leider ist eine Sicherheit darüber, daß die in den Narben „ruhende Infektion“ zum Abschluß gekommen ist, nie ohne weiteres gegeben, da es durchaus falsch wäre, anzunehmen, daß die klinische Beschaffenheit der Narben oder bestimmte Zeitabschnitte hierfür maßgebend wären. Es zeigt sich immer wieder, daß auch nach ein, zwei oder mehr Jahren ruhende, virulente Keime in vernarbten Schußwunden vorhanden sein können. Die Erfahrung hat gelehrt, daß man mindestens  $\frac{1}{4}$  Jahr nach Abheilung der letzten Knochenfistel vergehen lassen soll, ehe die Pseudarthrosenoperation (mittels freier Plastik) vorgenommen wird. Ich selbst habe fast immer  $\frac{1}{2}$  Jahr, bei schweren Eiterungen auch noch länger gewartet, ehe ich mich

zur Operation entschloß, und bin dabei mit ganz wenigen Ausnahmen gut gefahren. Immerhin habe ich die schwerste Infektion, bei der das ganze Transplantat verloren ging, bei einem Fall erlebt, bei dem die Wunde bereits seit 2 Jahren geschlossen war. Stößt man trotz aller Vorsichtsmaßregeln, zu denen eine genaue Röntgenuntersuchung der Knochenenden vor dem Eingriff und die Ausschließung etwaiger Sequester gehört, bei der Operation doch auf Granulations- und Eiterhöhlen, oder auf Sequester und nicht sicher aseptische Fremdkörper, so muß der Eingriff unbedingt abgebrochen werden, da sonst mit größter Bestimmtheit die Operationswunde vereitert und das Transplantat in der Regel verloren ist. Ich habe bei solchen Fällen, ebenso wie LEXER, HOTZ u. a., die Infektionsquelle und die verdächtigen Narben exzidiert und möglichst glatte Wundverhältnisse geschaffen, die Wunde dann abheilen lassen und 3 Monate später definitiv operiert. Bei diesem Vorgehen erlebt man nur ganz ausnahmsweise Infektionen bei der Plastik. LEXER, HOTZ u. a. empfehlen daher grundsätzlich die zweizeitige Operation. LEXER exzidiert die



Narbe und etwaige Fremdkörper, impft aus der am meisten verdächtigen Stelle der Narbe ab und macht das weitere Vorgehen von dem Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung abhängig. Ist dieses negativ, so kann evtl. schon am nächsten Tage die Plastik vorgenommen werden. Bei positivem Ergebnis wird die Heilung der Wunde und danach noch ein Zeitraum von 2–3 Monaten abgewartet, ehe zur Plastik geschritten wird. Daß auf diese Weise eine sehr weitgehende Sicherheit geschaffen wird, liegt auf der Hand.

Bei der Behandlung der Pseudarthrosen nach Schußverletzungen kommen unblutige Methoden und operative Verfahren zur Anwendung.

Da nach LEXERS Worten „jede Pseudarthrose nach Verletzung durch Operation beseitigt werden kann“, so kann die Prothesenbehandlung der Pseudarthrosen nur als Notbehelf angesehen werden, die für diejenigen Verletzten in Betracht kommt, die die Operation ablehnen oder bei denen aus irgendwelchen besonderen Gründen der Eingriff kontraindiziert erscheint. Wer Patienten gesehen hat, die längere Zeit derartige Hüllen getragen haben, wer die dabei auftretende zunehmende Atrophie der befallenen Glieder beobachtet hat, wer gesehen hat, wie unvollkommen häufig derartige Hüllen die funktionellen Störungen beseitigen, wie wenig sie imstande sind, allmählich sich ausbildende Deformierungen zu verhindern, der kann nicht im Zweifel darüber sein, daß die operative Festigung der Knochen das unbedingt erstrebenswerte Ideal ist. Ganz gewiß muß bis zur Vornahme der Operation mit Verbänden und abnehmbaren Schienen gegen die Funktionsstörung und die zunehmenden Kontrakturen vorgegangen werden, man soll dabei aber das Provisorische dieser Maßnahmen den Patienten gegenüber hervorheben, um sie nicht zu ablehnender Stellungnahme gegenüber der Operation zu verleiten.

Bei der Behandlung der Pseudarthrosen ergeben die Injektionsverfahren ganz unzuverlässige Resultate. Wie BERGEL hervorhebt, ist die Voraussetzung für die Heilungsmöglichkeit durch Injektionen verschiedenartiger Mittel das Vorhandensein von lebensfähigem und funktionstüchtigem Periost, das durch diese Mittel zur Knochenneubildung angeregt werden soll. Schon aus der oben gegebenen Definition dessen, was wir eine Pseudarthrose nennen, geht aber hervor, daß regenerationsfähiges Periost bei der ausgebildeten Pseudarthrose in der Regel nur entfernt vom Bruchspalt sich findet, daß also ein Erfolg mittels der Injektionsbehandlung bei ausgebildeten Pseudarthrosen nur ganz ausnahmsweise zu erzielen ist.

Von den zur Anwendung gelangenden Mitteln, die an die Pseudarthrosenstelle, und zwar möglichst unter das Periost gespritzt werden, seien kurz erwähnt die Jodtinktur (die nach UNGER nur schädigend wirkt), die Osmiumsäure (SEGRÉ), Zinkchlorid, Gelatine, Blut (BIER, SCHMIEDEN) und Fibrin (BERGEL). Von den angeführten Mitteln dürfte das Fibrin zweifellos das wirksamste sein, das mir bei Fällen von verzögerter Kallusbildung gute Dienste geleistet hat. Wenn BERGEL auch über Fälle verfügt, bei denen 11 und 12 Monate nach der Verletzung das Fibrin eingespritzt und dadurch Heilung erzielt worden ist, so möchte ich mit BRUN doch annehmen, daß Erfolge mit dieser Methode nur bei verzögerter Kallusbildung, nicht aber bei ausgebildeten Pseudarthrosen erzielt werden können.

Es bleibt somit der blutige Eingriff das einzig sichere Mittel bei der Behandlung der Pseudarthrosen. Ganz gleich, ob bei der Operation eine Anfrischung und Adaptierung der Bruchenden oder eine kompliziertere plastische Operation ausgeführt wird, müssen folgende Grundregeln beachtet werden:

Die von Narbenmassen umhüllten und durchwachsenen Fragmentenden müssen von den Narben befreit und soweit angefrischt werden, daß gesundes, regenerationsfähiges Knochenmaterial in genügender Menge vorhanden ist, um eine feste knöcherne Verbindung mit den gegenüberliegenden Knochenenden oder mit dem überbrückenden Transplantate herbeizuführen. Wenn auch bei den Fällen, bei denen eine direkte Verbindung der Knochenenden ausgeführt werden soll, eine ausgiebige Resektion der Fragmentenden oft nicht unbeträchtliche Verkürzungen entstehen läßt, so soll



man in dieser Beziehung doch nicht zu zurückhaltend sein, und erst dann sich zufrieden geben, wenn normal aussehendes frisch blutendes Knochengewebe, und womöglich die gesunde Markhöhle eröffnet zutage liegt. Nur dann ist ein Zusammenheilen der aneinandergefügten Knochenstümpfe mit Sicherheit zu erwarten. Je breiter die zur Berührung kommenden Knochenflächen sind, um so günstiger ist das für die Verheilung. Die Fixation der Knochenenden resp. Stümpfe muß stets schon bei der Operation so gesichert sein, daß jede Bewegung oder Verschiebung von vornherein ausgeschlossen ist, und nicht etwa erst durch den anzulegenden Verband verhindert werden muß. Bei allem radikalen Vorgehen sei man auf die Schonung des erhaltengebliebenen Periostes bedacht. Dasselbe darf nicht von den umgebenden Weichteilen getrennt werden, da es von diesen aus, wie LEXER betont, und nicht vom Knochen aus ernährt wird. Der Schnitt wird also am besten gleich bis auf den Knochen geführt und das Periost im Zusammenhange mit den umgebenden Weichteilen vom Knochen so weit abgehoben, wie das im Einzelfalle notwendig ist. Auch das in der Nachbarschaft der Pseudarthrosen noch vorhandene Periost muß bei der Exzision der Narbenmassen auf das sorgfältigste geschont werden, da die Knochenneubildung zum großen Teil von diesem Periost abhängig ist. Die Narben selbst müssen ausgiebig entfernt werden, damit gesunde normale Weichteile bei der Wundnaht über den Knochen vereinigt werden können. Je sorgfältiger die Blutstillung, um so sicherer der Verlauf, um so geringer die Infektionsgefahr und die Gefahr einer Resorption des Knochens. Es ist für gute Weichteildeckung zu sorgen, ganz besonders bei den plastischen Verfahren. Zu diesem Zweck sind gelegentlich Hautlappenverschiebungen oder gestielte und ungestielte Hautplastiken, die schon vor der eigentlichen Operation ausgeführt werden sollen, notwendig.

Die direkte Vereinigung der Bruchenden kommt für diejenigen Extremitätenabschnitte, die nur einen Stützknochen haben, in erster Linie in Betracht, da hier beim Zusammenschieben der Fragmente, auch wenn größere Defekte bestehen, kein sperrendes Hindernis im Wege steht, wie am Unterarm oder Unterschenkel in Gestalt des intakten Parallelknochens. Die Fragmentenden müssen dabei, wie schon erwähnt, weit bis ins Gesunde angefrischt und möglichst genau adaptiert werden. Ob man die Knochenenden dabei schräg, keilförmig, zapfenförmig oder in anderer Weise formt, ist meines Erachtens gleichgültig. Es kommt nur darauf an, daß möglichst breite Flächen gesunden Knochens fest aneinander zu liegen kommen. Gewicht lege ich darauf, daß außer gesundem Periost auch noch womöglich gesundes Markgewebe sich an der Kallusbildung beteiligen kann. Deshalb suche ich, wenn möglich, die gesunde Markhöhle beiderseits zu eröffnen.

Die Fixation der aneinandergefügten Knochen habe ich in der Regel durch Drahtschlingen, die durch die Enden hindurchgebohrt oder um dieselben herumgeschlungen werden, gemacht. Eine besonders feste Vereinigung ergeben die Laneschen Platten, die mit je ein oder zwei Schrauben in beide Fragmentenden eingeschraubt werden und, wenn der Knochen nicht zu weich ist, sofort einen vollkommen festen Halt geben, ganz besonders dann, wenn man nach Ausmeißelung entsprechender Rinnen im Knochen die Platten in den Knochen einläßt. Die Anschauungen über den Nutzen der Laneschen Platten weichen sehr voneinander ab. Horz tritt sehr für dieselben ein, LEXER warnt davor, weil sie den Knochen leicht zur Atrophie bringen und durch Zersetzung des in ihnen enthaltenen Aluminiums das Knochengewebe chemisch schädigen. Nicht selten lockern sich die Schrauben allmählich, und die Platten müssen dann nachträglich entfernt werden, ohne daß sie die gewünschte Fixation lange genug bewerkstelligt haben. Andererseits habe ich auch erlebt, daß eine Heilung gerade infolge der allzu guten Feststellung der Fragmente durch die Laneschen Platten ausblieb, weil auch die geringsten Bewegungen innerhalb der Frakturstelle, die einen günstigen Reiz für die Kallusbildung darstellen, ausgeschaltet waren (vgl. Abb. 241).

Grundsätzlich muß darauf hingewiesen werden, daß für die Sicherheit des Erfolges nicht etwa die Art der Verschnürung, Verklammerung oder der sonstigen

Fixation der adaptierten Frakturenden ausschlaggebend ist, sondern nur die breite und exakte Vereinigung gesunder Knochenteile.

Bei richtiger Befolgung der angegebenen Regeln, bei energischem und doch schonendem Durchführen des im einzelnen Falle beabsichtigten Verfahrens ergibt die direkte Vereinigung der Knochenenden außerordentlich sichere und verhältnismäßig schnelle Erfolge. Von besonderer Bedeutung ist es, daß man dieses operative Verfahren auch schon zu einer Zeit anwenden kann, in der die Wunde noch nicht völlig geheilt ist und noch Fisteln bestehen. Wie HOTZ, GULEKE, FRANKE u. a. hervorheben, läßt sich diese Operation, selbst bei Benutzung von Fremdkörpern zur Fixation der Frakturenden (Drahtschlingen, Lanesche Klammern u. ä.) durchführen, wenn schwere Infektionen nicht mehr vorhanden sind und die Eiterung eine stationäre geworden ist. So läßt sich die Extraktion von Sequestern häufig genug mit dieser Pseudarthrosenoperation in einer Sitzung ausführen. Man beobachtet sogar nicht selten, daß eine geringe Infektion infolge des dadurch hervorgerufenen entzündlichen Reizes die Kallusproduktion und damit die Heilung anregt und beschleunigt.

Es ist also zuzugeben, daß dieses Verfahren gegenüber den plastischen Methoden, die erst monatelang nach Abheilung der letzten Fisteln vorgenommen werden können, einen großen Zeitgewinn bedeutet, der bei vielen Patienten erheblich in die Wagschale fällt. Auf der anderen Seite ist es aber unvermeidlich, daß bei der direkten Vereinigung der Knochen Verkürzungen in Kauf genommen werden müssen, die nicht selten so beträchtlich sind, daß dadurch die Gebrauchsfähigkeit des betreffenden Gliedes doch stark behindert wird. Die Erfahrung zeigt allerdings, daß am Oberarm Verkürzungen von 8–10 cm, ja selbst bis 12 und 14 cm für viele Berufe gleichgültig sind und ruhig hingenommen werden können. Ganz anders liegen dagegen die Verhältnisse am Oberschenkel, an dem schon geringe Verkürzungen die Gehfähigkeit schwer schädigen, weshalb hier schon bei relativ kleinen Defekten den plastischen Verfahren, die es gestatten, die Pseudarthrosen ohne Verkürzung zur Heilung zu bringen, der Vorzug zu geben ist.

Das Verfahren der direkten Vereinigung ist bei Pseudarthrosen der zweiknochigen Extremitätenabschnitte nicht ohne weiteres anwendbar, wenn der eine Parallelknochen intakt ist, da der unverletzte Parallelknochen eine genügend sichere Adaptierung durch einfaches Zusammenschieben verhindert, besonders wenn ein Defekt im Knochen vorliegt. SUDECK u. a. raten in solchen Fällen zu entsprechender Verkürzung des intakten Parallelknochens und darauf folgender direkter Vereinigung beider Knochen. Ich habe nach derartigen, von anderer Seite vorgenom-



Abb. 241. Pseudarthrose beider Unterarmknochen. Operative Vereinigung der angefrischten Knochen, Fixierung mit Laneschen Klammern.

$\frac{1}{2}$  Jahr p. op. Ulna fest, Radius klinisch auch fest. Das Röntgenbild zeigt aber, daß am Radius jede Kallusbildung fehlt, die Fixation nur durch die Klammer erfolgt.

(Aus Arch. f. Orthopädie u. Unfallchir., Bd. 16, Arbeit Guleke.)



menen Operationen mehrfach Pseudarthrosen beider Parallelknochen entstehen sehen und halte das Verfahren deshalb für der freien Plastik zweifellos unterlegen. Will man dasselbe anwenden, so möchte ich meinem früheren Vorschlage entsprechend raten, die Parallelresektion wenigstens entfernt von der Pseudarthrose auszuführen, damit nicht beide Frakturstellen in gleicher Höhe nebeneinander zu liegen kommen.

Die plastische Überbrückung von Pseudarthrosen und Kontinuitätsdefekten der Knochen hat gegenüber dem Verfahren der direkten Vereinigung den Vorzug, daß auch ausgedehnte Knochendefekte ohne Verkürzung des betreffenden Gliedes zur Heilung gebracht werden, und daß auch die Form des betreffenden Knochens in mehr oder weniger vollkommener Weise wieder hergestellt wird. Die Überbrückung kann in sehr verschiedener Weise ausgeführt werden.

Zunächst kann dieselbe durch gestielte Plastik angestrebt werden, wie das besonders REICHEL empfiehlt. Dabei werden die zu verpflanzenden Periostknochen-

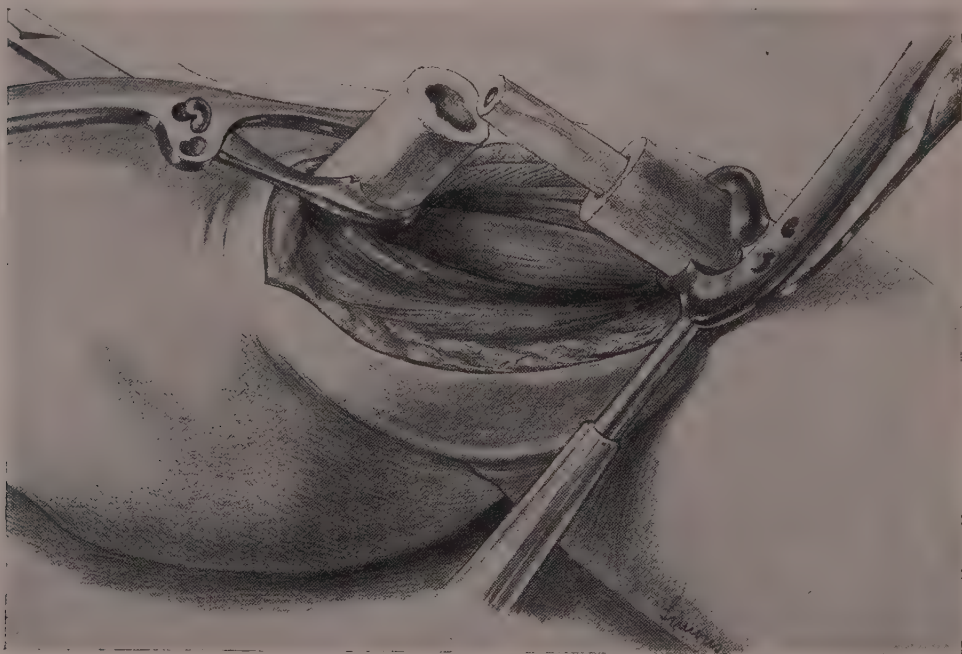


Abb. 242. Vereinigung der Fragmentenden durch freie Knochenplastik.

(Aus Lexer, Wiederherstellungschirurgie, 1920).

stücke an einem Weichteil- oder Perioststiel aus dem angrenzenden Teil des pseudarthrotischen oder seines Nachbarknochens entnommen und durch Verschiebung oder Umklappung über den Defekt hinweggelagert. Daß die verpflanzten Knochenstücke dabei besser ernährt werden als bei der freien Plastik, ist wohl zuzugeben, obschon es beim einfachen Perioststiel fraglich erscheinen kann, ob dabei diese Stielung für die Ernährung wirklich eine große Rolle spielt. Demgegenüber ist aber die Unbequemlichkeit bei der Entnahme derartiger gestielter Knochenlappen, bei der man sich in weitgehendem Maße von den lokalen Verhältnissen abhängig macht, eine viel größere als bei der freien Plastik, bei der man beliebig große und beliebig geformte Transplantate von entfernten Körperstellen verwenden kann. Dazu kommt, daß die zu vereinigenden Knochen weithin atrophisch sind und infolgedessen ein wenig geeignetes Transplantationsmaterial darstellen, und daß bei so atrophischen Knochen die Verdünnung derselben an der Entnahmestelle des Transplantates gelegentlich zu unangenehmen Komplikationen führen kann, ganz besonders dann,



wenn eine solche Überbrückung mißglückt. Meines Erachtens ist daher die freie Plastik der gestielten überlegen, zumal ich der Anschauung, daß die gestielte Plastik sicherere Resultate ergibt als die freie Plastik, nicht beipflichten kann. Will man die gestielte Plastik benutzen, so dürfte dieselbe vor allen Dingen an der Tibia in Betracht kommen, für deren Defektüberbrückung verschobene Platten aus der Tibia selbst oder Teile der benachbarten Fibula herangezogen werden können.

Bei der Verwendung der freien Plastik können die Transplantate zwischen die Knochenenden interponiert und hier verkeilt, verzahnt oder mittels Drahtschlingen und Klammern fixiert werden, sie können nach LEXERS Vorgang als Bolzen in die Markhöhle eingetrieben oder endlich als seitliche Schiene den beiden Fragmentenden breit angelagert und durch Drahtschlingen, Verschraubung oder Einfalzung (BRUN) in dieser Stellung fixiert werden. Ein Schema für diese Möglichkeiten zeigen Abb. 242—244. Die wichtigste Bedingung, die erfüllt werden muß, ist die, zwischen Transplantat und Fragment breite Berührungsflächen zu schaffen und das Transplantat gesundem Knochen anzulagern. Wichtig ist ferner, die Beteiligung benachbarten Periostes und Knochenmarkes herbeizuführen. Dem letzteren möchte ich mit BRUN eine viel größere Bedeutung für den Wiederaufbau des Knochens beimessen, als das gewöhnlich geschieht. Das Transplantat muß möglichst breit und dick sein, da es regelmäßig z. T. abgebaut wird und den resorbierenden Kräften so lange standhalten muß, bis von seinen mit-verpflanzten Periostes und der ortsständigen Knochenenden genügend neuer Knochen gebildet ist, um die Festigkeit und Tragfähigkeit des betreffenden Knochens zu garantieren.

Aus dem Gesagten geht schon hervor, daß die verschiedenen Arten der Einfügung des Transplantates verschieden bewertet werden müssen, da sie den eben genannten Forderungen nicht in gleicher Weise gerecht werden.

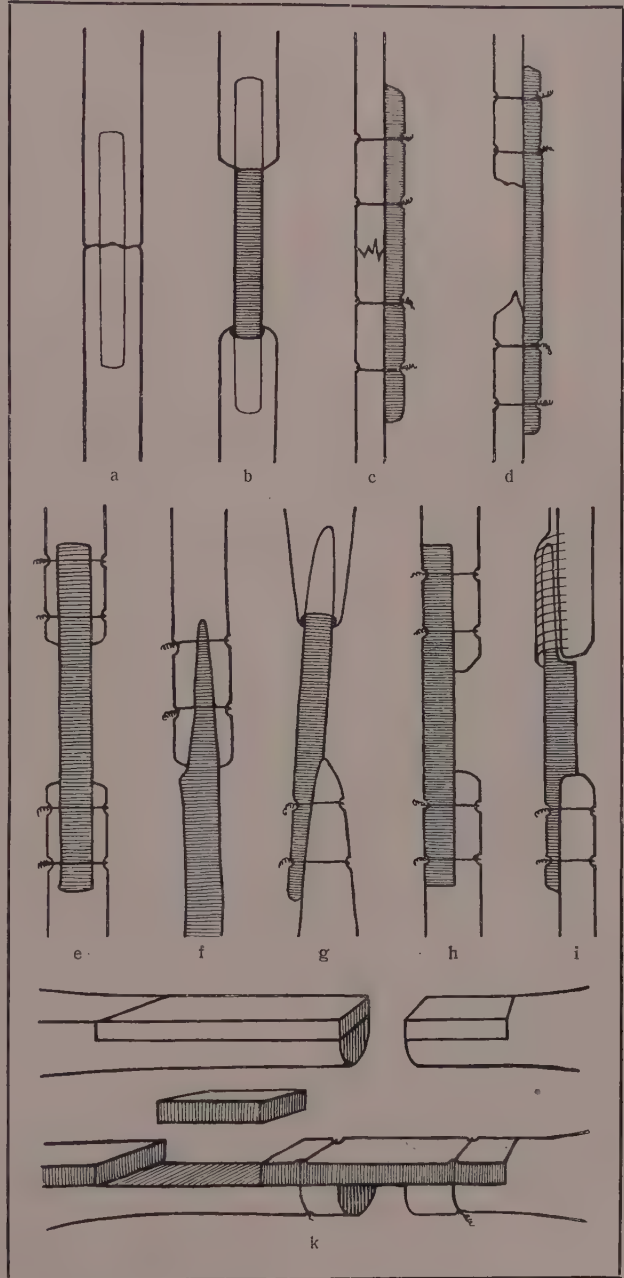


Abb. 243. Verschiedene Arten der Vereinigung der Fragmentenden durch freie Knochenplastik.

(Aus Lexer, Wiederherstellungschirurgie, 1920).

Die Interposition und Verkeilung von Knochenstücken zwischen die Frakturenden hat CRONE, besonders am Vorderarm, gute Resultate ergeben. Ich war davon so wenig befriedigt, daß ich sehr bald zur seitlichen Schienung überging und die Interposition als unsicher vollkommen aufgegeben habe. Eine ideale Vereinigung der Frakturenden ergibt die Bolzung nach LEXER, die eine sofortige stabile Fixation



Abb. 244. Einfalzung der Tibiaspanes nach BRUN.  
(Aus Zentralbl. f. Chir. 1917 Nr. 44.)

der Knochenenden ermöglicht. Die Bolzung wird in der Weise ausgeführt, daß der Knochen entweder in die Markhöhle der beiden Fragmente von den Fragmentenden aus direkt hineingeschoben wird (Abb. 243 u. 244) oder, wenn sich dem Schwierigkeiten

entgegenstellen, so, daß an dem einen Knochenstück die Markhöhle seitlich eröffnet und von hier aus der Bolzen, der in das andere Ende bereits eingefügt ist, in die Markhöhle hineingelagert wird. Das zu diesem Zweck herausgenommene Knochenstück kann als Deckel wieder an seinen ursprünglichen Ort zurückgelagert

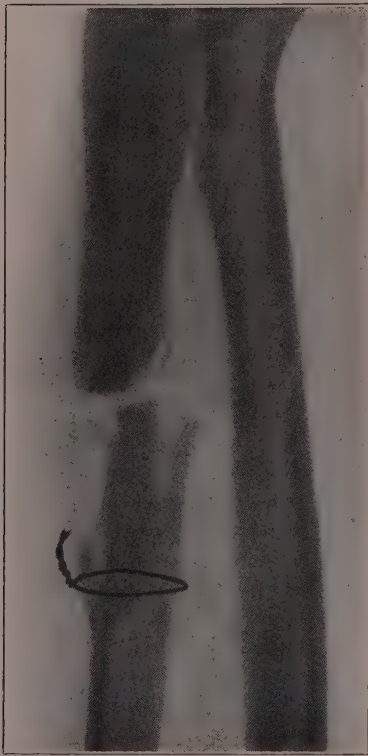


Abb. 245.

Auswärts gebolzte Ulnapseudarthrose, 5 Mon. nach der Operation. Bolzen (Tibiaspan) an der Austrittsstelle aus der Markhöhle gebrochen.  
(Aus Arch. f. Orthopädie u. Unfallchir., Bd. 16, Arbeit Guleke.)

und hier durch eine Drahtschlinge fixiert werden. Wenn kein Defekt zwischen den Fragmentenden besteht, wird periostloser Knochen zur Bolzung verwandt (am besten Fibula). Muß der Bolzen einen Defekt überbrücken, so soll der im Knochenmark befindliche Teil desselben periostlos, der zwischen den Fragmentenden von Weichteilen umhüllte Teil dagegen periostgedeckt sein. Für diese Zwecke entnimmt man den Bolzen daher am besten der Tibia und spitzt seine von Periost befreiten Enden entsprechend zu.

Da die Dicke des Bolzens sich den Maßen der Markhöhle, in die er eingefügt wird, anpassen muß, so ergibt sich daraus, daß die Bolzen an den Unterarmknochen, deren Markhöhle eine sehr geringe Weite hat, wenigstens an ihrem Ende nur sehr dünn sein können. Sie brechen daher leicht und werden auch leicht von der Umgebung her, ganz besonders an der Stelle, an der sie aus der Markhöhle heraustreten, so stark arrodieren, daß hier mit besonderer Vorliebe Frakturen des Bolzens und infolgedessen neue Pseudarthrosen eintreten (vgl. Abb. 245).

Die Gefahr der Arrosion und Resorption des Transplantates kann durch feste Umnähung desselben mit den umgebenden Weichteilen, wie LEXER betont, erfolgreich bekämpft werden, da dadurch am schnellsten der Anschluß an die ernährende Umgebung gewährleistet und das Auftreten größerer, die Arrosion der Transplantate fördernder Blutergüsse verhindert wird. Für die dünneren Knochen, speziell die des Unterarmes, halte ich aber die seitliche

Schienung für das zweifellos sicherere Verfahren. Mir scheint auch der feste Abschluß der Markhöhle, der bei der Bolzung erzeugt wird und der jede Mitwirkung des Markes an der Kallusbildung ausschließt, ein Moment zu sein, das der seitlichen Schienung für viele Fälle den Vorzug geben läßt.

Die Plastik in Form der seitlichen Schienung der Fragmente gibt die Möglichkeit, das Transplantat breiter und dicker zu formen, als das bei der Bolzung

geschehen kann, und dasselbe mit ganz breiten Berührungsflächen den Fragmentenden anzulagern. Ich habe dabei stets die Fragmentenden seitlich angemeißelt, um eine glatte Anlagerungsfläche für das Transplantat zu schaffen und dabei in der Regel so viel von der Kortikalis fortgenommen, daß die Markhöhle der Fragmentenden seitlich eröffnet wurde und das Knochenmark infolgedessen mit dem Transplantat zur direkten Berührung kam. Derartige Anlagerungsflächen wurden in der Regel an jedem Fragmentende in etwa 3 cm und mehr Längenausdehnung angelegt, da sich gezeigt hatte, daß bei kurzen Berührungsflächen doch gelegentlich infolge nicht genügender Fixation an dem einen oder anderen Ende eine neue Pseudarthrose entstand. Nach Vermeidung dieser anfänglich gemachten Fehler habe ich dann ganze Serien von Fällen regelmäßig zur Heilung kommen sehen.

Das Vorgehen ist ein mehr oder weniger typisches. Die Pseudarthrosenenden werden durch Längsschnitt freigelegt, die Knochenstümpfe aus den umgebenden, gewöhnlich sehr fest haftenden Narben befreit, was gelegentlich große Schwierigkeiten machen kann, besonders wenn die Knochenenden weitreichende, unregelmäßig geformte Spitzen und Ausläufer besitzen, die in verschiedenartigster Weise ineinandergreifen. Die Narben werden dann exzidiert, bis überall gesunde Weichteile zum Vorschein kommen, dabei muß aber das gesunde Periost in der Nachbarschaft gescl ont werden. Es folgt nach exakter Blutstillung die Resektion der narbigen Knochenenden, bis frischblutendes Knochengewebe vorliegt, dann die seitliche Anmeißelung derselben zwecks Herstellung glatter Anlagerungsflächen für das Transplantat. Hierbei ist auf richtige Stellung des distalen Fragmentes zu achten, damit die Anlagerungsflächen beider Fragmente in gleicher Ebene liegen. Mittels Déchamps werden jetzt schon um die beiden Fragmentenden je ein oder zwei Drahtschlingen herumgeführt. Dann folgt die Entnahme des Transplantates gewöhnlich aus der Tibia. Hierbei wird durch Bogenschnitt die vordere Tibiafläche freigelegt, und auf ihrer Oberfläche das Periost entsprechend der Größe des Transplantates umschnitten, und zwar so umschnitten, daß es je nach Bedarf breiter, evtl. auch länger als das Transplantat wird, um über die Ränder des letzteren herumgeschlagen werden zu können. Bei der Entnahme des Transplantates aus der Tibia wird mit einem scharfen feinen Meißel zunächst das obere und untere Ende des Transplantates durch quere Meißelfurchen umgrenzt, dann je nach der Breite des Transplantates auf der Vorder- resp. Innenfläche der Tibia eine Längsfurche eingemeißelt und nun von der lateralen Seite her das Transplantat in 1—1½ cm Dicke mittels weniger Meißelschläge herausgesprengt. Es löst sich dann fast immer entsprechend den vorbezeichneten Meißelfugen. (Das Heraussägen des Transplantates halte ich mit LEXER nicht

für gut, da durch die Erhitzung des Knochens seine Lebensfähigkeit zweifellos beeinträchtigt wird.) Sofort nach der Entnahme wird das Transplantat in sein neues Bett eingefügt und mittels der schon vorher um den Knochen geführten Drahtschlingen fest fixiert (vgl. Abb. 246). (Ob man diese versenken oder durch eine Lücke in der Haut herausleiten und später nach Aufdrehen des Knotens extrahieren will, ist Geschmackssache. Infektionen bei dem letzteren Vorgehen habe ich niemals erlebt.) Es folgt die exakte Vernähung der Weichteile über dem Transplantat in mehreren Etagen und die Anlegung des Gipsverbandes, wobei darauf geachtet werden muß, daß das Glied bis zur Beendigung des Verbandes gut fixiert gehalten wird, und daß der Patient nicht zu früh aus der Narkose erwacht und durch unruhige Bewegungen oder das oft so lästige Zittern vor dem Erwachen die Fixation der Fragmente gefährdet. Sollte dadurch einmal eine Lockerung der Fragmente eintreten, so muß entweder sofort oder am nächsten Tage wieder aufgemacht und die nötige Korrektur vorgenommen werden. Der erste Gipsverband bleibt 4—6 Wochen liegen, dann wird je nach den Verhältnissen eine abnehmbare Hülse zwecks Aufnahme von Bewegungen oder evtl. auch noch ein zweiter Gipsverband angelegt.



Abb. 246. Seitlich geschiente Humeruspseudarthrose.



Als Entnahmestelle des Transplantates diente mir fast immer die Tibia, die sehr breite und dicke Stücke hergibt; wenn man in der oben angegebenen Weise meißelt, so ist eine Fraktur, wie das auch LEXER betont, bei der Operation ausgeschlossen. Ich habe wenigstens ebensowenig eine solche erlebt wie LEXER. Läßt man das Bein dann 2 Wochen auf einer Schiene liegen und den Patienten erst nach 3—4 Wochen, je nach der Dicke des entnommenen Knochenstückes, aufstehen, so ist man auch vor späteren Frakturen sicher. Von Wichtigkeit ist es, nach dem Vorschlage von BIER die Entnahmestelle an der Tibia vollbluten zu lassen, um hier eine ideale Regeneration des Knochens zu erzielen. Es darf also kein komprimierender Verband angelegt werden. Bei zu großen Hämatomen, die gelegentlich vorkommen, bin ich immer mit einer oder zwei Punktionen desselben

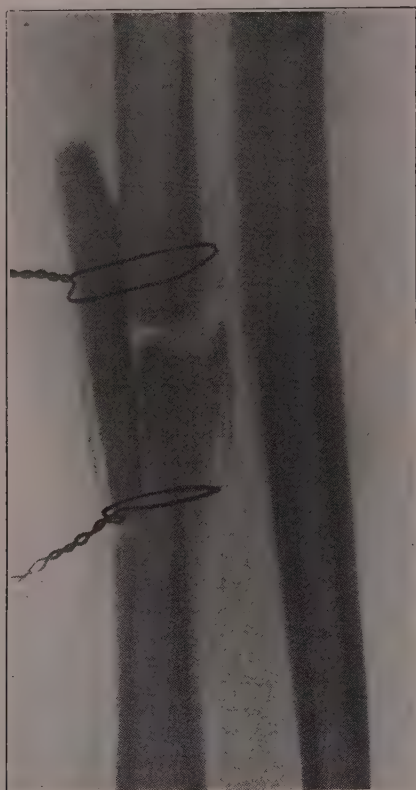


Abb. 247. Mittels Tibiaspan überbrückter Radiusdefekt, 6 Wochen nach der Operation.

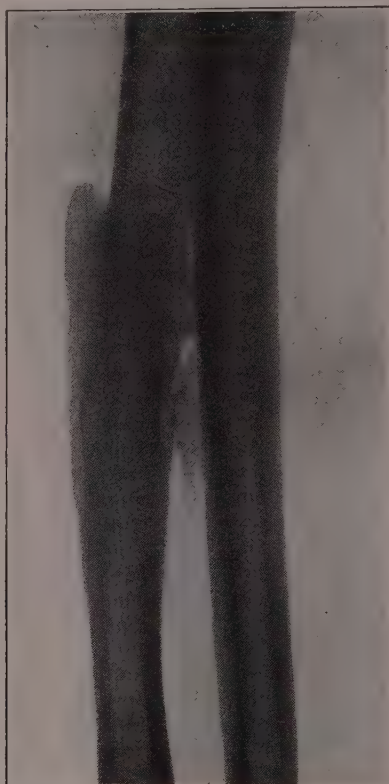


Abb. 248. Derselbe Fall wie Abb. 247, 2 1/4 Jahre p. op. Durchlaufende Kortikalisstruktur und weitgehender Abbau der nichtfunktionell beanspruchten Teile des Transplantates.

(Aus Arch. f. Orthopädie u. Unfallchir., Bd. 16, Arbeit Guleke.)

ausgekommen. Es ist oft überraschend, wie vollständig und wie formvollendet sich der Entnahmeknochen oft schon nach wenigen Monaten regeneriert.

Die Einheilung des Transplantates läßt sich auf periodisch aufgenommenen Röntgenbildern in sehr instruktiver Weise verfolgen. Es zeigt sich dabei, daß von den Fragmentenden aus sich schon frühzeitig Kallusmassen an das Transplantat heranschieben und an diesem entlang zum gegenüberliegenden Knochen vorrücken, während vom Transplantat selbst eine sichtbare Knochenneubildung nicht oder doch nur in geringem Maße ausgeht. An dem Transplantat sieht man vielmehr bald Abbauerscheinungen auftreten, so besonders an den freiliegenden Ecken, die für die Belastung nicht in Betracht kommen und an den von Weichteilen bedeckten, nicht von Periost geschützten Teilen. Allmählich aber verschweißt der verpflanzte Knochen immer inniger mit den umgebenden Knochenmassen, wobei es entsprechend

den statischen Verhältnissen und der funktionellen Inanspruchnahme oft zu einem großartigen Umbau kommt. Nicht selten kann schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit eine Wiederherstellung der normalen Knochenstruktur unter Bildung einer neuen einheitlichen, von Fragment zu Fragment durch das Transplantat hindurchgehenden Markhöhle und Kortikalis beobachtet werden (vgl. Abb. 247 u. 248). Je dicker das Transplantat, je gründlicher die Entfernung allen krankhaften Knochengewebes an den Fragmentenden vorgenommen worden ist, je breiter die Berührungsflächen der Knochen sind, je früher die funktionelle Inanspruchnahme erfolgt,

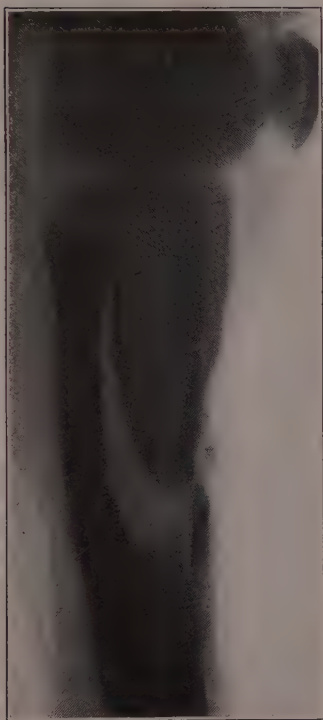


Abb. 249. Tibiadeфекt nach eitriger Ausstoßung des Transplantates (5 Monate p. op.).



Abb. 250. Derselbe Fall wie Abb. 249,  $1\frac{1}{2}$  Jahr später.

um so schneller vollzieht sich der Wiederherstellungsprozeß. Die günstigsten Resultate gibt dabei die Autoplastik, und zwar die Verpflanzung von periostgedecktem Knochen, während die Homoioplastik nicht so sicher ist. Wenn auch gelegentlich sogar die Heteroplastik gute Resultate ergeben kann, was KÜTTNERS Versuche gezeigt haben, so kann doch kein Zweifel bestehen, daß die Autoplastik das allem anderen bei weitem überlegene Verfahren ist.

Welche Wichtigkeit dem mit dem Knochen verpflanzten Periost bei dem Wiederaufbau des Knochens zukommt, haben die Untersuchungen AXHAUSENS u. a. ergeben. Überall da, wo das Transplantat in Weichteile eingelagert wird, ist dasselbe nach Möglichkeit mit einem Periostmantel zu umkleiden. Wenn dieses verpflanzte Periost auch nur langsam und verhältnismäßig wenig Knochen neu bildet, so kann doch an dieser Fähigkeit des mitverpflanzten Periostes kein Zweifel bestehen. Das

beweisen am besten die geheilten Frakturen von transplantierten Knochen, bei denen eine Mitwirkung des ortsständigen Knochens und Periostes ausgeschlossen werden kann. Es ist daher wohl auch nicht angängig, die freie Periostverpflanzung vollständig zu verwerfen, wie das SUDECK tut. Sie ist ganz zweifellos der Transplantation periostgedeckter Knochen weit unterlegen und unsicher; ich habe aber gelegentlich, z. B. bei freien Periostverpflanzungen in große Unterkieferdefekte, bei denen jede Beteiligung alten zurückgebliebenen Periostes ausgeschlossen werden konnte, ganz einwandfrei, wenn auch außerordentlich langsam, Knochenneubildung gesehen, so daß die Möglichkeit des Gelingens derartiger Transplantationen als bewiesen angesehen werden muß.

Die Voraussetzung für das Gelingen der freien Knochentransplantation ist die glatte Einheilung des Transplantates, d. h. das Fernbleiben einer Infektion. Ich habe schon darauf hingewiesen, daß es schwierig ist, ein sicheres Urteil über die Keimfreiheit der nach Schußverletzungen zurückgebliebenen Narben zu gewinnen. Die in dieser Beziehung gewonnenen Erfahrungen lassen bei Einhaltung der oben erwähnten Vorsichtsmaßregeln aber doch eine so weitgehende Sicherheit der Resultate erzielen, daß es nicht mehr angängig ist, die freie Autoplastik bei der Behandlung der Pseudarthrosen als zu unsicher abzulehnen. Je größer die Erfahrung des einzelnen, um so sicherer und regelmäßiger sind die guten Erfolge. Im übrigen muß darauf hingewiesen werden, daß mit dem Eintritt einer Eiterung das Schicksal des Transplantates bei der Autoplastik noch keineswegs immer besiegelt ist. Die Erfahrung hat gezeigt, daß mäßige Eiterungen von autoplastisch verpflanzten Knochen oft vertragen werden, wenn man nur für guten Abfluß des Eiters sorgt und es verhindert, daß das Transplantat infolge Auseinanderweichens der bedeckenden Weichteile irgendwo frei zutage liegt. Es kommt nicht selten trotz Abstoßung einzelner Sequester aus dem Transplantat, ja selbst bei Abstoßung des ganzen Transplantates (vgl. Abb. 249 u. 250) zu einer so starken Kallusbildung in Form der Totenlade, daß trotzdem eine feste Konsolidierung eintritt. Man darf das sequestrierte Transplantat nur nicht zu früh entfernen. Die viel geringere Widerstandsfähigkeit homoio-plastisch verpflanzten Materials gegenüber solchen Eiterungen, beweist die Überlegenheit der Autoplastik von neuem.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß für die Behandlung der Pseudarthrosen ein bei allen Fällen gleichartig schematisches Vorgehen nicht in Betracht kommen kann, sondern daß man dasselbe je nach Lage des Falles individualisierend wählen muß. In der Regel läßt sich das einzuschlagende Verfahren auf Grund des klinischen und Röntgenbefundes schon vor der Operation bestimmen. Gründliche und energische Durchführung desselben sichert den Erfolg. Dagegen ist vor versuchsweisem Angreifen derartiger Fälle von technisch nicht genügend geübter Seite dringend zu warnen; durch jede vorhergehende mißlungene Operation werden die Aussichten für spätere Eingriffe ganz wesentlich verschlechtert.

---



## X. Gefäßverletzungen.

### 1. Ursache, Anatomie und Histologie der Gefäßverletzung.

Von Prof. Dr. HUGO GRAUERT in Berlin.

Im Kriege landsturmpflichtiger Arzt, Chirurg am Feldlazarett und beratender Chirurg.

Mit 14 zum Teil farbigen Abbildungen\*) im Text.

Unter den Gefäßverletzungen spielen die der kleineren Gefäße nur eine untergeordnete Rolle. Die Zerreißen derselben durch rasante Infanteriegeschosse, Granatsplitter oder Schrapnellkugeln ist meist eine vollständige. Die Gefäßstümpfe ziehen sich zurück, kontrahieren sich, die Intima und Media rollen sich ein und verschließen auf diese Weise das Gefäßlumen. Die Verletzungen der großen Gefäße und ihre Folgezustände sind dagegen in der Kriegschirurgie von ganz besonderer Wichtigkeit und Häufigkeit. Während nämlich die großen Gefäße früher den alten Infanteriegeschossen wegen ihrer geringen Durchschlagskraft vielfach ausweichen konnten, vermögen die modernen rasanten kleinkalibrigen Vollmantelgeschosse, wenn sie aus großer Entfernung kommen, ihre größte Geschwindigkeit, d. h. die größte Energie, erlangt haben, die Gefäße lochartig zu durchschlagen, aufzuschlitzen oder tangential aufschlagend, die Intima und Media von der Adventitia im Sinne des *Décollement traumatique* von SCHJERNING abzuheben oder aber vollständig abzuschießen. — Jedenfalls ist diese Ansicht wohl für die Entstehung der meisten Gefäßverletzungen maßgebend, zu erwähnen jedoch ist, daß wir in der Nähe von Steckgeschossen, welche also ihre Rasanz eingebüßt haben, nicht selten Aneurysmen finden, ferner in der Nähe von Granatsplittersteckschüssen, wo die spitze oder scharfe Form eine Rolle spielen dürfte.

In diesen Fällen können wir an eine Erschütterungsruptur der Intima oder einzelner Wandschichten mit sekundärer Ausbuchtung denken.

Die Folge der Gefäßverletzung ist die Blutung, deren Größe und Gefahr meist durch die Widerstände der Umgebung bedingt ist. Die freie ungehemmte Blutung nach außen oder in präformierte Körperhöhlen wird bei entsprechend großer Gefäßverletzung, z. B. große Brust- oder Bauchschlagader, den Tod auf dem Schlachtfelde bedeuten, während bei kleinem Ein- und Ausschuß infolge der sofort nach dem Schuß veränderten Körperhaltung — Beugung oder Streckung der Extremitäten — durch Verschiebung der Muskeln und Gewebe (Nerven, Faszien, Sehnen) gegeneinander die Blutung nach außen sehr gering, dagegen in die Gewebe je nach der mehr oder weniger lockeren Umgebung größer oder kleiner sein kann. Besonders die Blutungen aus der Femoralis in die Interstitien des Oberschenkels können ganz gewaltige sein (Verblutungstod in die Interstitien des Oberschenkels, BURKHARDT). Das Blut wühlt sich zwischen die Muskeln, große Höhlen bildend, welche wie präformiert imponieren, andererseits sind auch Hämatome aus kleineren Gefäßen, z. B. Radialis, Axillaris, von ganz bedeutender Größe gefunden worden. Durch Gerinnung seiner äußeren Schichten wird schließlich das Hämatom in seiner Ausdehnung abgegrenzt, es bildet sich somit ein mit dem Arterienrohr zusammenhängender Sack, in welchem das Blut zirkuliert. Diesen Vorgang der Verletzung der Arterie und Hämatombildung kannte schon HIPPOKRATES und nannte ihn *Aneurysma*. — GALEN sagt in dem Werke *de tumoribus praeter naturam* VII, 725: „Wenn die Arterie geöffnet wird, nennt man

---

\*) Wegen der hohen Herstellungskosten ist die Aufnahme weiterer farbiger Abbildungen nicht möglich.

dies Aneurysma. Es entsteht aber, wenn sie verletzt wird, und die sie umgebende Haut zwar vernarbt, aber die Wunde der Arterie weder zuwächst noch vernarbt, noch durch Fleisch verstopft wird.“ GALEN erzählt in den *Method. med. V* (X, 344, KÜHN) den Fall, daß ein junger ungeschickter Arzt einem jungen Bauern statt der Vene die Arterie beim Aderlassen am Ellbogen anstach. Es gelang ihm, den Menschen zu heilen, während sonst in solchen Fällen ein größeres oder geringeres Aneurysma zu entstehen pflegt, und weiter im *Therapeutikon XI*, 313: Die meisten Ärzte wissen beim Aderlassen, wenn sie die Adern anstechen, den Bluterguß nur schwer zu stillen; wenn sie es auch am besten machen, entsteht doch durch die Vernarbung ein Aneurysma. (Geh. Rat Prof. Dr. DIELS.) In der Literatur hat sich sodann über die Bezeichnung — Aneurysma — eine vielseitige Kontroverse gebildet. Man bezeichnete die traumatischen Aneurysmen als die falschen, d. h. solche, bei denen die Sackwand nicht von Gefäßwandschichten gebildet wurde, im Gegensatz zu den wahren, welche durch lokale Dehnung der gesamten Arterienwandungen entstehen. Zu den falschen Aneurysmen rechnete man auch das seltene dissezierende Aneurysma, welches dann entsteht, wenn durch Risse der Intima und Media zwischen diesen und der Adventitia sich das Blut zwängt und ein sogenanntes intramurales Hämatom bildet, dessen Sackwand von Adventitia und Resten der Media gebildet wird.

Die mikroskopischen Untersuchungen der verschiedenen Aneurysmenwände haben nun nach SCARPA und v. RECKLINGHAUSEN und seinen Schülern ergeben, daß sich eine Unterscheidung in wahre und falsche Aneurysmen im histologisch-pathologisch-anatomischen Sinne nicht aufrechterhalten läßt, da die Wand des Aneurysma-verums aus unfertigem Gewebe besteht und keine Media enthält, und ebenso auch die Wand des falschen traumatischen Aneurysmas aus Kallus (MANZ) aufgebaut ist. Der Vorschlag ROKITANSKY'S der Unterscheidung in spontane und traumatische Aneurysmen aus ursächlichem Grunde erscheint rationeller. Noch sachlicher ist es, jegliche Erweiterung der Blutbahn (nicht des Arterienrohres) ohne Rücksicht auf ihre Entstehungsart und Beschaffenheit der Wandungen als Aneurysma zu bezeichnen (JÜSTI). Es kann dann, wie DELBET, EPPINGER und manche Chirurgen wünschen, das Krankheitsbild als pulsierendes oder kommunizierendes Hämatom oder periarterielles Hämatom so lange bezeichnet werden, als bis durch Abkapselung gegen das angrenzende Gewebe eine geschlossene Blutbahn entstanden ist, oder der ganze Erguß geronnen ist, womit ja die Erweiterung der Blutbahn erlischt.

Wir beschäftigen uns hier ausschließlich mit den durch Schußverletzung entstandenen Aneurysmen. Nachdem durch Zusammendrängen und Verschieben der umgebenden Gewebe die Widerstände ebenso groß als der Blutdruck geworden sind und damit die Blutung zum Stillstand gekommen ist, ist die Form des Aneurysmas bestimmt, die dann meist bis auf geringe, durch Schrumpfung bedingte Größenverminderung konstant bleiben soll, jedoch durch Nachblutung, z. B. infolge Lösung des Thrombus durch Infektion oder heftige Bewegung, Pressen, Niesen usw., sich vergrößern kann. — Die Größe der Aneurysmen schwankt zwischen knopfförmigen und riesigen faust- bis kindskopfgroßen bei lockerer, nachgiebiger Umgebung, so besonders im Gebiete des Adduktorenschlitzes am Oberschenkel, der Achselhöhle, der *aa. glutaee*, in der Gelenkbeuge (*poplitea*, *brachial*, *axillaris*), ferner im Jugulum und dem oberen Mediastinum, welches sich durch Kompression der Lunge gewaltig ausdehnen kann. — Kleine Säcke entstehen umgekehrt bei Gefäßverletzungen im Gebiete festgefügtter, unnachgiebiger Gewebs- oder Muskelpartien. Sie sind einkammerig oder bestehen oft aus vielgestaltigen Höhlen, je nach Größe und Lage des verletzten Gefäßes und Beschaffenheit des anliegenden Gewebes. Mehrfache Verletzung derselben Arterie führte, wie BIER u. a. beobachteten, zur Bildung von 2 Aneurysmen, je ein arterielles und arteriovenöses der Subklavia und bei gleichzeitiger Verletzung der Anonyma zur Bildung eines arteriellen Aneurysma der Anonyma, im ganzen 3 Aneurysmen durch eine Geschoßverletzung. Diese Blutsäcke sind nun in dem

Verlaufe des verletzten Gefäßes eingeschaltet, entweder als seitlich anhängende Säcke oder bei Abschüssen der Gefäße zwischen den auseinanderklaffenden Gefäßstümpfen den Blutstrom vermittelnd. Ist die Arterie allein verletzt, so sprechen wir von einem Aneurysma arteriale, ist die Vene mitverletzt, so kann sich das Aneurysma arteriovenosum entwickeln, und zwar in 3 Formen: Als arteriovenöse Fistel (Abb. 251); als Varix aneurysmaticus (Abb. 252); als Aneurysma varicosum (Abb. 253).

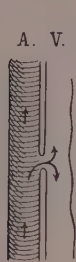


Abb. 251. Arteriovenöse Fistel.

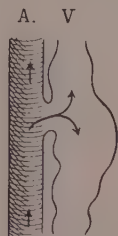


Abb. 252. Varix aneurysmaticus.

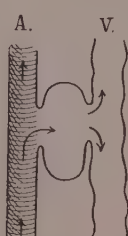


Abb. 253. Aneurysma varicosum.

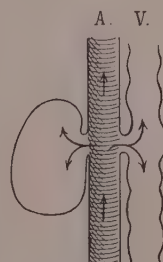


Abb. 254. Mit arteriellem Sack.

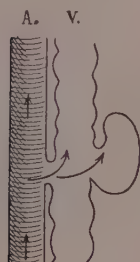


Abb. 255. Mit venösem Sack.

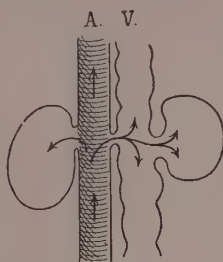


Abb. 256. Mit arteriellem und venösem Sack.

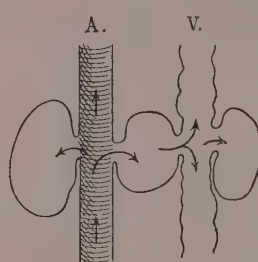


Abb. 257. Mit arteriellem, venösem und intermediärem Sack.

Abb. 251—257. Spielarten des arteriovenösen Aneurysmas.

(Aus Borchard-Schmieden, Die Deutsche Chirurgie im Weltkrieg 1914—1918. 2. Aufl. 1920.)

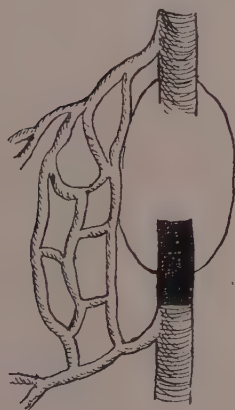


Abb. 258. Arterielles Aneurysma mit seitlich anhängendem Sack.

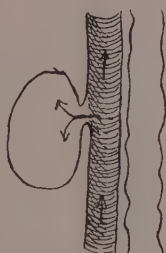


Abb. 259. Intermediäres Aneurysma.



Abb. 260. Endständiges Aneurysma mit Thrombose.

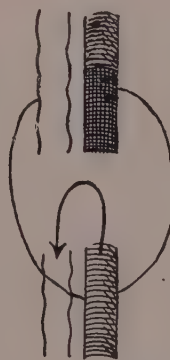


Abb. 261. Endständiges Aneurysma mit Kommunikation.

Als besondere seltene Arten dieser 3 Aneurysmen finden sich noch: Die arteriovenöse Fistel mit arteriellem Sack (Abb. 254); die arteriovenöse Fistel mit venösem Sack (Abb. 255); die arteriovenöse Fistel mit arteriellem und venösem Sack (Abb. 256); das Aneurysma varicosum mit arteriellem und venösem Sack (Abb. 257). Das arterielle Aneurysma kann als seitlich anhängender Sack erscheinen (Abb. 258) oder bei Abschluß der Arterie als intermediäres Aneurysma mit offenbleibenden Gefäßlumina — das Blut



strömt durch den Sack — (Abb. 259); als endständiges Aneurysma mit Thrombose des distalen Schenkels und Bildung von Kollateralen (Abb. 260); als endständiges Aneurysma mit Kommunikation mit der Vene (Abb. 261) (2 Fälle von BIER).

Als seltenes, von FROMME beschriebenes Aneurysma erwähne ich noch das Aneurysma arteriale racemosum, entstanden durch operative Unterbindung des zentralen Venenendes bei zwei in einer Entfernung von 8 cm an der Subklavia bestehenden arteriovenösen Aneurysmen.

Obwohl heute die Ansicht allgemein angenommen ist, daß das Aneurysma durch Gerinnung der äußeren Hämatomschicht und unter Mitbeteiligung des durch den Blutdruck zusammengeschobenen und gedrängten Bindegewebes entsteht (BILLROTH, FICK, FISCHER, KAUFMANN usw.), darf doch eine andere Ansicht nicht übergegangen werden, welche als Anhänger eine Anzahl Pathologen und Chirurgen hat (SCHULZ-ROSER, TILLMANN, KALLENBERG, REDINGER usw.), die in der sogenannten „SCHULZ-ROSERschen“ Theorie ihren Ausdruck findet.

SCHULZ-ROSER glauben, daß das traumatische Aneurysma durch Ausdehnung des die Gefäßwunde verschließenden Thrombus unter dem Einfluß des normalen Blutdruckes entstände. Schon „PETIT“ hatte bei Aneurysmen, die nach Aderlassen entstanden waren, durch Ausdehnung des „verschließenden Deckels“ eine ähnliche Entstehung angenommen.

In der Tat erhielt SCHULZ bei Tierversuchen durch Dehnung des verschließenden Thrombus regelmäßig Aneurysmen, indem der Fibrindeckel allmählich vorgebuchtet wurde. Die Säcke schrumpften jedoch sehr bald, die Gefäßwunde heilte aus unter Bildung einer glatten Narbe. KALLENBERG und HEDINGER fanden in 4 Fällen einen fast rein fibrinösen Sack, welchen sie als ausgedehnten Verschlußthrombus ansprachen. JUSTI entgegnet mit Recht, daß nichts dagegen spricht, daß der Thrombus bereits in statu nascendi Sackform angenommen habe. Ebenso erscheint es demselben Autor undenkbar, daß ein hühnereigroßer oder noch größerer Sack durch die Dehnung einer verhältnismäßig kleinen Verschlußmembran entstände. Die SCHULZ-ROSERsche Theorie dürfte also, wenn überhaupt, für die Entstehung nur ganz kleiner Aneurysmen in Frage kommen. Die chirurgischen Beobachtungen früh operierter Fälle zeigen in der Tat ja auch große Hämatome mit „flüssig bleibendem Kern“ bei offener Gefäßwunde und Abkapselung der Hämatomhöhle nach Art der Abkapselung der Abzeßmembran. Im Einklang damit steht auch die vergleichende Beobachtung der verschiedenen Altersstufen der Aneurysmen.

Nach v. MANTEUFFEL liegt in den ersten Tagen ein leicht ausräumbares Hämatom vor, bis zur dritten Woche bildet sich ein derbes Infiltrat der Umgebung des Blutergusses, nach dieser Zeit geht das Hämatom mit dem anliegenden Gewebe eine feste Verbindung ein, und die äußeren Lagen pflegen schwielige Beschaffenheit anzunehmen. Makroskopisch besteht zu diesem Zeitpunkt ein Aneurysma aus einem schwieligen mit dem anliegenden Bindegewebe, Muskel usw. fest verbackenen Sack von oft erheblicher Dicke. Derselbe ist nicht stumpf auslösbar, sondern kann nur scharf präpariert werden; in seinem Innern finden sich außer flüssigem und geronnenem Blute oft zwiebelchalenartig geschichtete wandständige Thromben, die, je näher sie der Sackwand liegen, um so härter und lederartig trockener erscheinen und allmählich organisiert in die Sackwand übergehen. Man findet auch Ablagerung von Kalksalzen und Knochenneubildung in der schwieligen Umgebung der Sackwand, welche nach BIERs Ansicht als metaplastisch anzusehen sind. Die gleiche Auffassung vertritt HARDT in seinem Aufsatz über Knochenbildung in Schußnarben.

Ist dagegen das Aneurysma noch jüngeren Datums, so lassen sich die noch frischen Gerinnsel aus der noch nicht ausgereiften, unfertigen Sackwand auslösen und die Gefäßwunde ohne Schwierigkeit freilegen.

Bleibt die Wand des Aneurysmas an einer Stelle unentwickelt, so gibt sie dem dauernd anprallenden Blutstrom schließlich nach und perforiert bei stärkeren An-

strengungen, beim Husten, Niesen usw., ein Ereignis, welches oft den Verblutungstod zur Folge gehabt hat.

Die Selbstheilung der Aneurysmen ist im ganzen ein seltenes Ereignis. Fisteln können zur Ausheilung kommen durch Thrombose des zugehörigen Venenabschnittes. Kleine Aneurysmensäcke können veröden durch Ausfüllung mit Thromben, welche den Blutstrom derartig erschweren und verlangsamen, daß er schließlich erlischt. Erleichtert wird dieser Vorgang bei kleiner schlitzzartiger Verletzung des Gefäßes und stark herabgesetztem Blutdruck. Z. B. berichtet PENKOAT über einen Kranken, der vor der beabsichtigten Operation aus Versehen Tct. aconit. nahm; als er sich von seinem Kollaps erholt hatte, war das Aneurysma in Ausheilung begriffen. SCARPA stellte ein Aneurysma der Art. brachial dar, welches unter Kompressionsbehandlung nach zwei Jahren in eine haselnußgroße solide Narbe ausheilte.

In dem einzig anatomisch nachgewiesenen Falle von Ausheilung eines Aneurysmenarteriovenosums nimmt PLUMETTE (GUINARD) eine Arteriitis obliterans an, welche nach neueren histologischen Forschungen wohl der hypertrophischen Intimawucherung entspricht, die zum Verschluß geführt hat. Als Kuriosum sei der Fall OLLIVERS (bei OBERST) erwähnt; ein Aneurysma der Axillaris stieß sich als nekrotischer Klumpen ohne üble Folgen ab. Der histologischen Vorgänge nach der Gefäßverletzung hat sich die pathologische Histologie besonders angenommen, wozu das Kriegsmaterial der letzten Jahre reichlich Gelegenheit bot. Die Literatur ist daher nicht klein. BÉCLARD hat zuerst das weitere Schicksal des Thrombus, seine Schrumpfung bis zur Narbenbildung näher studiert. PETIT legte 1732 der Pariser Akademie eine zwei Monate alte Wunde der Arteria brachialis vor, die durch eine enge Platte verschlossen war, die sich mit den damals üblichen Untersuchungsmitteln als Narbe erwies. AMUSSAT berichtet von einem Falle von Heilung, wo die Stelle der Gefäßverletzung kaum noch auffindbar war. ZAHN machte zuerst mikroskopische Beobachtungen am lebenden Objekt, dessen Ergebnisse durch SCHIMMELBUSCH und EBERTH richtig dahin gedeutet wurden, daß der Verschlußthrombus aus verschmelzenden Blutplättchen durch Konglutination entsteht, während die Beteiligung der roten und weißen Blutkörperchen zufällig und nebensächlich ist.

Unsere Untersuchungen an Schnitten haben die Teilnahme der einzelnen Wandschichten am Heilungsvorgang zum Gegenstand gehabt und decken sich im ganzen mit den in der neueren Literatur bekanntgegebenen Anschauungen. Infolge der Kürzung dieses Werkes müssen wir uns darauf beschränken, die Beteiligung der einzelnen Schichten größtenteils schematisch zu behandeln, und wir werden unsere Schilderungen in enger Anlehnung an die wohl ausführlichste Arbeit der neuesten Zeit, nämlich die von JUSTI, geben. Bei den Gefäßnähten ist die Wucherung der Intima sehr lebhaft (Endarteritis plastica nach JASSINOWSKY), während die Media nur an den Wundflächen unbedeutende Wucherung zeigt. — Die Zellen der Intimawucherung sind in den oberen Schichten polymorph, in der Tiefe vorwiegend spindelförmig; mit ihnen vermengen sich Fibroblasten, die von der Adventitia stammen (Abb. 262 u. 263). Auch bei den Aneurysmen spielt die Intimawucherung eine hervorragende Rolle.

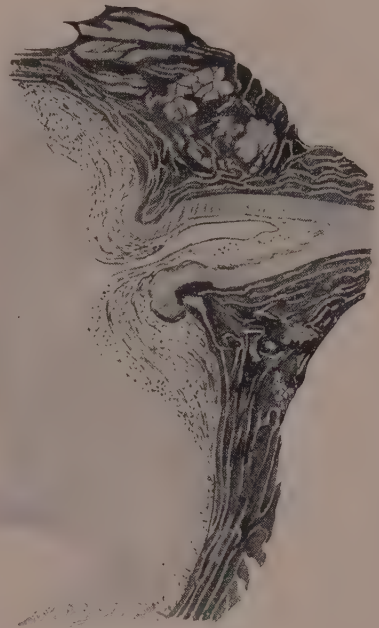


Abb. 262.

Übersichtsbild über starke polsterartige Intimawucherung am Sackhals.

(Frankf. Zeitschr. f. Pathol., XX. Bd. 2. H. Arbeit Karl Justi.)

Sie wird ausgelöst und unterhalten durch den ihr anhaftenden Thrombus, bzw. durch den chemotaktischen Einfluß des Fibrins, ferner durch die Entspannung der Gefäßwand im Sinne BENEKES. Dieser Autor fand die merkwürdige Tatsache, daß nach doppelter Unterbindung eines Gefäßes dann jede Wucherung ausbleibt, wenn der Gefäßabschnitt gefüllt, der normale Druck also erhalten bleibt, während bei entleertem Rohr alsbald eine Auflockerung der Media und Wucherung der Zellen der Intima, Media und Adventitia erfolgt. Dieselbe Entspannung des Gefäßrohres nimmt BENEKE an durch die verschieden schnelle Austrocknung der Gerinnsel. Der Charakter der Intimawucherung ist nach JUSTI ein organisatorischer und funktioneller; ein organisatorischer insofern, als das Wachstum der Intimagranulationen so lange andauert, bis der Thrombus ganz ersetzt ist, ein funktioneller,

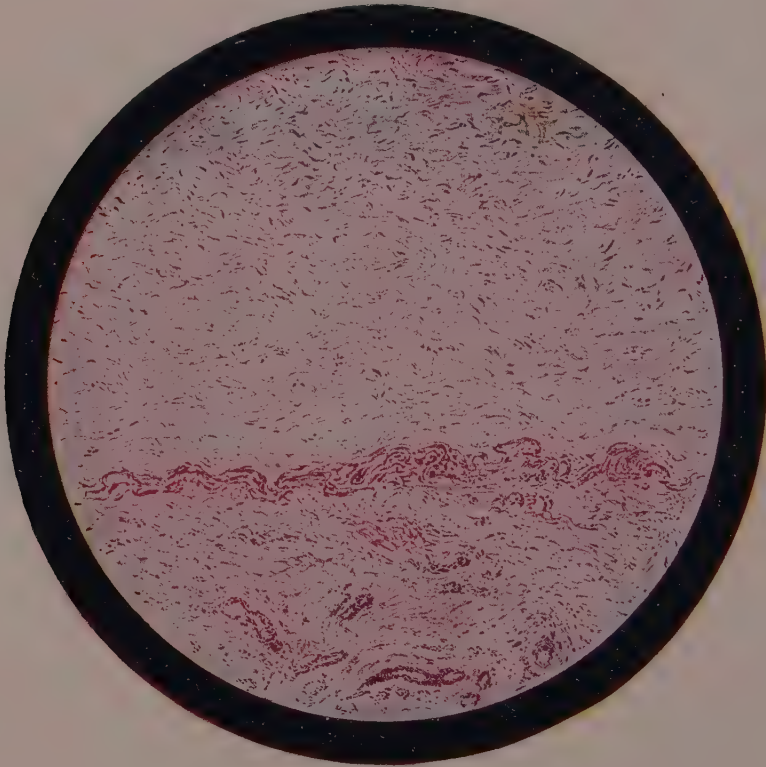


Abb. 263. Gewuchertes Intimapolster am Sackhals.

indem durch Wucherung die Gefäßwand verstärkt wird (ENDERLEN, BORST), z. B. Abrundung eines arteriovenösen Fistelrandes. Eine ganz reine Intimawucherung findet man sehr selten; jenseits der *Elastica interna* finden wir schon Gemische von Media- und Externazellen sowie Elemente der Adventitia und des periadventitiellen Gewebes. In den reiferen Stadien ist eine Trennung der Abkömmlinge der Media von denen der Intima schon gar nicht mehr möglich; die Mediazellen sind also wesentlich mitbeteiligt. Es ist darüber gestritten worden, was man nun eigentlich als Intimawucherung benennen solle. BONNET bezeichnet als Intima das Endothelrohr, die einzige embryonale Anlage des Gefäßsystems; er sowohl wie BRUNN, MARCHAND, MERKEL betrachten das Endothel als eine besondere Zellform, die entwicklungsgeschichtlich nichts mit dem Bindegewebe zu tun hat. Da nun Endothel nur Endothel (wir kommen später auf diese Ansicht noch besonders zurück), also kein Bindegewebe bilden kann, müssen die Intimawucherungen auf Mitbeteiligung der Media



bezogen werden, indem der gefensterte Bau der *Elastica interna* den Mediazellen gestattet, durch die Lücken an die Oberfläche zu gelangen (Abb. 262). Besonders deutlich läßt sich die Mitbeteiligung der *Media* an der Intimawucherung bei gleichzeitiger Verletzung der *Elastica interna* und *Media* beobachten, indem der Riß durch Mediagranulationen ausgefüllt wird. Unter der Oberfläche der gewucherten Intima kommt es meist zur Entwicklung eines dichten elastischen Faserwerkes, welches eine erhebliche Verstärkung der Intima bedeutet (FISCHER, ENDERLEN, BORST). Je reiner die Intimawucherung, desto stärker ist die Bildung elastischen Gewebes. Das sieht man besonders an den Präparaten des Sackhalses, wo die Intimawucherung besonders rein und eine sehr reichliche Entwicklung von elastischem Gewebe deutlich ist. Die Grenze der Intimawucherung gegen die Sackwand ist hier gerade durch ihren Gehalt an elastischen Fasern deutlich charakterisiert und scharf abgesetzt. Diese Faserbündel sind in den Anfangsteilen der Intimawucherung dicht gedrängt und verlaufen in den oberen Schichten weiter in der Längsrichtung, indem sie sich nach BORST und ENDERLEN den Spannungsverhältnissen anpassen (funktionelle Struktur). Es ist also das elastische Gewebe an die wuchernde Intima bzw. an die oben erwähnte zur Intimawucherung gehörige Mediabeteiligung streng gebunden. — Die Neubildung der elastischen Fasern geht von den Fibroblasten aus. In ihnen sieht man feinste mit Orcein und Fuchselin spezifisch färbbare Körnchen, welche dem Protoplasma wie Inkrustationen aufliegen und z. T. in die Protoplasmafaser und Brücken eingebettet sind (JUSTI). Indem sich die Körnchen zu Körnchenreihen aneinanderlegen, entstehen schließlich feinste Fibrillen, während die elastische Substanz, das Elastin, ein Leimkörper wie das Kollagen ist, durch einen fermentativen Prozeß in der Zelle aus Eiweiß durch Oxydation gebildet wird. Die Frage der Herkunft des Eiweißes, ob aus der Zelle selbst oder aus der Interzellularsubstanz, läßt sich nicht mit Sicherheit beantworten. Bei den Gefäßnähten wird von der wuchernden Intima sehr frühzeitig Elastin gebildet. JACOBSTHAL sah es nach 12 Tagen, BORST und ENDERLEN wiesen es nach zwei, FAYKIS nach drei Wochen nach.

DONDERS, O. HERTWIG, HENLE, VIRCHOW vertreten die Ansicht der zellularen Entstehung der elastischen Fasern, H. MÜLLER, KÖLLIKER, RENVIER halten sie für ein Produkt der Interzellularsubstanz. Die alte Annahme von GOLDMANN, daß die jungen elastischen Fasern aus den alten der *Elastica interna* hervorsprossen, läßt sich nicht halten, sie vereinigen sich vielmehr später (sekundäre Anheftung JORES), zweckdienlicherweise mit der *Membrana interna* im Interesse der Festigkeit des Gewebes (BORST, ENDERLEN, FISCHER). In den Sackwänden selbst sind elastische Fasern nur in ganz seltenen Fällen beobachtet. Da, wo sie gefunden wurden, z. B. in den tiefsten Schichten, in der Übergangszone, handelt es sich um umgebautes Gewebe. Dagegen finden sich in ganz alten, ausgereiften, in Ruhe befindlichen Sackwänden, wie FICK nachgewiesen hat, auch in den innersten Lagen elastische Fasern, welche als neugebildete anzusprechen sind. Diese Erfahrung ließ JORES zu dem Schluß kommen, daß zur Bildung von elastischen Fasern eine gewisse „Gewebsreife“ notwendig ist und für das Ausbleiben der elastischen Gewebsbildung die Jugend der Granulationen sowie Reizzustände, wie sie durch die Anwesenheit von Fetttropfen, Hämosiderinkristallen hervorgerufen werden, verantwortlich zu machen seien. JUSTI erwähnt bestätigend zwei Fälle, in denen trotz sehr starker Intimawucherung die Entwicklung von elastischen Fasern ausblieb, und spricht als Ursache hierfür die Einlagerung von Fetttropfen in den Zellen und Zwischensubstanz der Intima an, welche das Gewebe reizen und somit nicht zur Ruhe und Reife kommen lassen. Als seltener Befund innerhalb der Intimawucherung seien noch langgestreckte, in das lockere Granulationsgewebe vordringende Muskelfasern erwähnt, welche sich durch Gestalt und Farbreaktion von den Zellen des Granulationsgewebes deutlich unterscheiden. Diese Muskelfasern sind von BORST, ENDERLEN und B. FISCHER als Wildlinge des Endothels angesprochen worden, eine Ansicht, die BONNET widerlegte,

indem er nachwies, daß normalerweise subendothelial Muskelfasern vorkommen. Abgesehen von der erwähnten Mitbeteiligung an der Intimawucherung ist die Proliferation der Media nur eine geringe. Die Wucherung ist wesentlich abhängig von der Schädigung der Media; ist dieselbe stark, so verhält sie sich fast völlig passiv, der Stumpf wird von Granulationen der Intima und Adventitia umwachsen, Kapillaren und Fibroblasten dringen in ihn ein, und das Endresultat ist eine schwierige Narbe. Als Ursache für die Mediawucherung müssen wir bei der Intima ebenfalls eine von dem angelagerten Thrombus ausgehende chemotaktische Wirkung annehmen. Da nun die Berührungsfläche des Thrombus an der Media im Vergleich zu der großen Haftfläche der Intima nur gering ist, erklärt sich auch die geringere Wucherungstendenz der Mediawunde. Dagegen ist die Beteiligung der Adventitia und des periadventitiellen Gewebes an der Wundheilung eine sehr intensive. Ihre Hauptaufgabe ist die Organisation des Thrombus, die Bildung des sogenannten Kappengewebes sowie die Bildung der „Verlötungsschicht“ bei den Fisteln. Eine scharfe Abgrenzung gegen Media und Intimawucherung ist nicht möglich, da die Kapillaren der Adventitia in die Media einsprossen und bis zur Intima vordringen, ebensowenig ist die Grenze zum angrenzenden Gewebe bei der Zusammendrängung und dem Umbau der Schichten scharf zu ziehen. Der Thrombus unterliegt der Modellierung durch den Blutstrom, mithin nimmt auch die ihn ersetzende Intimawucherung die durch die Strömung bedingte Form an. An den inneren Bau dieses Gewebes ist der Einfluß der Zirkulation auch unverkennbar. An der Oberfläche finden wir die Intimazellen längs angeordnet, dem Blutstrom gleich gerichtet, langspindelig, oft dichtgedrängt, letzteres besonders regelmäßig in dem Anfangsstück der verdickten Intima, in der Tiefe sind die Zellen größer, vielgestaltig, in schräger oder senkrechter, in aufwärts gerichteter oder wirbelförmiger Anordnung (JUSTI).

Am intensivsten und schnellsten erfolgt die Organisation des Thrombus im Gebiete des Sackhalses durch die Intima und die periadventitielle Schicht, so daß der Thrombus restlos organisiert wird. Langsamer ist die Organisation in den Abschnitten der Sackwand, wo durch die größere Masse des Thrombus, sowie die geringere Haftfläche der chemotaktische Reiz weniger in Erscheinung treten kann. Außerdem kommt es durch Eindickung des Thrombus zu einer Verdichtung des Fibrins (Kongelation), wodurch der Widerstand zur Organisation wahrscheinlich durch Verlust der chemotaktischen Wirkung größer wird. Die Autolyse, d. i. Abschmelzung (KLEBS), d. h. Erweichung unter Bildung einer Fettemulsion kommt im ganzen weniger in Betracht. Der Abbau des Fibrins wird wohl mehr von den Leukozyten sowie den neugebildeten Bindegewebszellen (Fibroblasten) besorgt, welche mit Fibrinschollen und Fetttropfen und Hämosidirin (dem umgewandelten Hämatin des Blutfarbstoffes) beladen mikroskopisch sichtbar wird. An der Beseitigung des Hämosiderins beteiligen sich auch die Endothelien, am häufigsten findet man das Hämosiderin jedoch in den Bindegewebszellen der Sackwand. Die Organisation der Sackwand übernimmt das periadventitielle Gewebe, die Gefäßscheide sowie das durch den Druck des Hämatoms verdrängte umgebende Gewebe. Wir können nach JUSTI drei Wandschichten unterscheiden: a) eine äußere, derbe lamelläre; b) eine mittlere, zellreiche fibrilläre; c) eine innere, organisierende Lage. Die Grenze der äußeren Schicht gegen die Umgebung ist unscharf, eingelagerte dickwandige Gefäße, versprengte Muskelfasern und Fetttrübchen, breite elastische Fasern und eingelagerte Hämosiderinzellen sind die charakteristischen Merkmale dieser Übergangszone. Sodann erfolgt eine mehr regelmäßige Schichtung der Fasern, welche sich in verschiedenen Richtungen durchflechten und zu Lamellen verdichten. Manche Lamellen sind zellreich, manche zellarm. Die Zellen sind meist langspindelig, die Kerne groß, der Zelleib vakuolär. Gewucherte Bindegewebszellen sowie Lymphozyten mit z. T. großem Protoplasmahof und Plasmazellen finden sich zu Herden (Häufchen) angeordnet in der Umgebung der Gefäße und sind mit Hämosiderinkörnchen beladen. Die innere Schicht besteht im Gebiete

der eigentlichen Sackwand aus einem zellreichen Granulationsgewebe, dem alte Fibrin bzw. Thrombusreste anhaften, im Gebiete des Sackhalses oder noch ein Stückchen weiter in den Sack hinein aus der obenerwähnten gewucherten Intima, welche sich gewöhnlich allerdings am Sackhals scharf absetzt (Abb. 265).

Andere Autoren, BUSSE, GEISSLER, MANZ und SCHRECKENBACH beschreiben auch eine den ganzen Sack auskleidende Intima, eine Ansicht, die nicht unwidersprochen geblieben ist, da diese Schicht mehr den Eindruck eines Granulationsgewebes oder kernarmen Bindegewebes macht und nach Erfüllung seiner Aufgabe, nämlich nach Resorption des Thrombus, in den reiferen Teilen des Aneurysma als selbständige Schicht verschwindet. Im Gebiete dieser Intimawucherung finden wir einen zweifellos aus dem alten Endothel kommenden Zellbelag, den wir als echtes Endo-

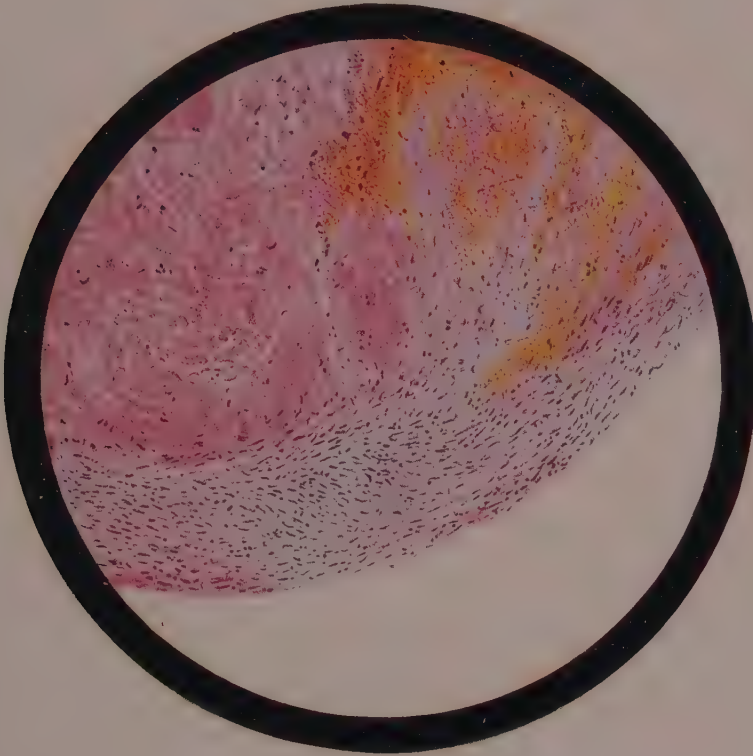


Abb. 264. Abgekapseltes, altes Hämatom. Fertige Sackwand.

thel ansprechen dürfen, während die die übrige Sackwand auskleidenden Deckzellen den Bindegewebszellen gleichen und als ihre Abkömmlinge gelten müssen, also kein eigentliches Endothel sind. Wir würden damit die Auffassung der bereits eingangs erwähnten Ansicht BONNETS und MARCHANDS, welche das Endothelrohr als eine entwicklungsgeschichtlich besondere Zellart auffassen, vertreten, erwähnen jedoch nochmals, daß BENEKE, BORST und ENDERLEN, BÖTTCHER, HENKING und THOMAS annehmen, daß die Bindegewebszelle jederzeit zur Endothelzelle, die Endothelzelle wiederum zur Bindegewebszelle (Fibroblast) werden kann.

Würde letztere Annahme richtig sein, so müßte man innerhalb der Sackwände, da ein so weites Hinüberwuchern des Intimaendothels nicht wahrscheinlich ist, einen Zellbelag finden, der sich gegen die Unterlage als selbständige Schicht abhebt. Dieses ist aber nicht der Fall, vielmehr ist eine Differenzierung der Deckzellen gegenüber den unter ihnen liegenden Bindegewebszellen nicht möglich.



## Literatur.

- <sup>1)</sup> AMUSSAT, Journ. de chir. 1843. Ref.: SCHMIDT, 1845 H. 47 S. 207. — <sup>2)</sup> BILLEROTH, Wien. Klin. W. 1893 Nr. 50; Zbl. f. Chir. 1894 Bd. 21 H. 15. — <sup>3)</sup> BRADFORD, Boston méd. and surg. Journ. 1891 Bd. 12S. 593; Zbl. f. Chir. Bd. 19 H. 19. — <sup>4)</sup> BIER, A., D. Med. W. 1915 Nr. 6. — <sup>5)</sup> BORCHARD, (Lichterfelde), Zbl. f. Chir. 1916 H. 27 S. 545. — <sup>6)</sup> BÉCLARD, Mém. de la Soc. méd. d'émulation pour l'année 1816 Bd. 8 S. 569. Paris 1817. — <sup>7)</sup> BENDA, Erg. d. allgem. Path. 1902 8. Abt. 2; 1904 S. 196. — <sup>8)</sup> BENEKE, 1. Ziegler's Beitr. 1890 Bd. 7 S. 95; 2. Die Thrombose. Die Embolie. Handbuch von KREHL-MARCHAND, 2. Abt., 2, 1913; 3. M. Med. W. 1912 Bd. 59 S. 2893. — <sup>9)</sup> BOLL, Arch. f. mikr. Anat. 1871 Bd. 7 S. 276. — <sup>10)</sup> BOSTRÖM, D. Arch. f. klin. Med. 1888 Bd. 42 S. 1. — <sup>11)</sup> BRAMANN, Arch. f. klin. Chir. 1886 Bd. 33 S. 1. — <sup>12)</sup> BUSSE, Virch.-Arch. 1906 Bd. 183 S. 3. — <sup>13)</sup> CZERNY, Virch.-Arch. 1875 Bd. 62 S. 464. — <sup>14)</sup> DELAGÉNIÈRE, Arch. prov. de chir. T. V. S. 225; Zbl. f. Chir. 1896 Bd. 23 H. 48. — <sup>15)</sup> DELORE, Arch. prov. de chir. T. V. S. 295; Zbl. f. Chir. 1896 Bd. 23 H. 48. — <sup>16)</sup> DELBET, Traité du chir. von Le DENTU und DELBET 1897 Bd. 4 S. 141, Paris. — <sup>17)</sup> DELNES, Rev. chir. 1906 Bd. 33 S. 694. — <sup>18)</sup> DUPUYTREN, Vollständiges Lehrbuch über die Verwundungen mit besonderer Rücksicht auf Militärchirurgie. Deutsch von v. GRÄFE und KALISCH 1836 S. 215. Veit, Berlin. — <sup>19)</sup> DIMITRIJEFF, Ziegler's Beitr. 1897 Bd. 22 S. 207. — <sup>20)</sup> EWALD, Wien. Klin. W. 1894 Nr. 5; Zbl. f. Chir. 1894 Bd. 21 H. 31. — <sup>21)</sup> ESMARCH, v., Kiel, Heilung von Aneurysmen durch Stangendruck. — <sup>22)</sup> EBERTH und SCHIMMELBUSCH, Virch.-Arch. 1886 Bd. 103 S. 39; Bd. 105 S. 456. — <sup>23)</sup> ENDERLEN und BORST, D. Zeitschr. f. Chir. 1909 Bd. 99 S. 54. — <sup>24)</sup> ENDERLEN, D. Zeitschr. f. Chir. 1897 Bd. 45 S. 453. — <sup>25)</sup> EPPINGER, Arch. f. Chir. Suppl. 1887 S. 35. — <sup>26)</sup> FICK, D. Zeitschr. f. Chir. 1896 Bd. 44 S. 278. — <sup>27)</sup> FAYKISS, Beitr. z. klin. Chir. 1908 Bd. 58 S. 606. — <sup>28)</sup> FRANZ, Arch. f. klin. Chir. 1905 Bd. 75 S. 572. — <sup>29)</sup> FISCHER, B., und SCHMIEDEN, Frankf. Zeitschr. f. Pathol. 1909 Bd. 3 S. 8. — <sup>30)</sup> FROMME, Bruns Beitr. Bd. 114 H. 1 S. 57. — <sup>31)</sup> GARBOWSKI, Przegląd chirurgicz Bd. 1 H. 2; Zbl. f. Chir. 1894 Bd. 21 H. 5. — <sup>32)</sup> GUINAND, Bull. génér. de thérapeut. 1894 Nr. 4, 6, 8; Zbl. f. Chir. 1894 Bd. 21 H. 27. — <sup>33)</sup> GULETTE, Zbl. f. Chir. Nr. 32 S. 660. — <sup>34)</sup> GEISLER, Arb. path. Inst. Berlin 1906 A. 282. — <sup>35)</sup> GOLDMANN, Beitr. z. klin. Chir. 1894 Bd. 11 S. 229. — <sup>36)</sup> HABERER, v., Wien. Klin. W. 1914 Nr. 46; 1915 Nr. 175 S. 18; Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 16 S. 33; Zbl. f. Chir. 1916 H. 26 S. 531. — <sup>37)</sup> HARDT, Berl. Med. Klin. 1916. — <sup>38)</sup> HEDINGER, Zbl. f. Pathol. 1905 Bd. 16 S. 945; Arch. f. klin. Chir. 1906 Bd. 80 S. 705. — <sup>39)</sup> HELLER, D. Arch. f. klin. Med. 1904 Bd. 79 S. 306. — <sup>40)</sup> JASSINOWSKIY, Arch. f. klin. Chir. 1891 Bd. 42 S. 816. — <sup>41)</sup> JORES, Ziegler's Beitr. 1898 Bd. 24 S. 458; 1900 Bd. 27 S. 381; 1907 Bd. 41 S. 167; Erg. d. allg. Pathol. 1902 S. 2; 1904 S. 590. — <sup>42)</sup> JUSTI, Virch.-Arch. 1897 Bd. 150 S. 197. — <sup>43)</sup> KERN, Amer. Journ. of med. sciences 1892, Juni; Zbl. f. Chir. 1894 Bd. 21 H. 5. — <sup>44)</sup> KÜMMEL, Bruns Beitr. Bd. 10. Festschrift Hamburg-Eppendorf 1914. — <sup>45)</sup> KÜTTNER, Med. Klin. 1916 Nr. 7; Zbl. f. Chir. 1916 S. 332; 1916 H. 30 S. 634. — <sup>46)</sup> KALLENBERGER, Virch.-Arch. 1905 Bd. 179 S. 537. — <sup>47)</sup> KAUFMANN, Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie 1909 S. 79. — <sup>48)</sup> KLEBS, Beiträge zur pathologischen Anatomie der Schußverletzungen nach Beobachtungen in den Kriegslazaretten in Karlsruhe 1870/71. Leipzig 1872. — <sup>49)</sup> LEE und BEALE, Medico-chirurg. Transactions 1867 Bd. 50 S. 477. — <sup>50)</sup> LOGMORE, Gunshot injuries. London 1877. — <sup>51)</sup> LOEZE v. MANTEUFFEL, Zbl. f. Chir. 1896 Bd. 22; Arch. f. klin. Chir. 1906 Bd. 81 H. 1 S. 306. — <sup>52)</sup> MATAS, Ann. of Nazary 1893, Nov.; Zbl. f. Chir. 1894 Bd. 21 H. 26. — <sup>53)</sup> MÜLLER, A., M. Med. W. 1915 Nr. 4 (Feldärztl. Beil. 4). — <sup>54)</sup> MALKOFF, Ziegler's Beitr. Bd. 25 S. 431. — <sup>55)</sup> MARCHAND, Der Prozeß der Wundheilung. D. Zeitschr. f. Chir. 1901 16. Lief. — <sup>56)</sup> MANZ, Ziegler's Beitr. 1898 Bd. 24 S. 531. — <sup>57)</sup> OETTINGEN, v., M. Med. W. 1906 Bd. 53 S. 318. — <sup>58)</sup> ORTH, O., M. Med. W. 1915 Bd. 62 S. 1133. — <sup>59)</sup> PETIT, J. L. I. Mém. de l'acad. r. des sciences 1731 S. 4; 1733 S. 4; ebenda 1735 S. 14; ebenda 1733 S. 321; ebenda 1736 S. 244; Traité des maladies chirurg. et des opérations, Ouvrage posthume 1744 Bd. 3 S. 236. Paris, Didot. — <sup>60)</sup> PICK, E., Zeitschr. f. Heilk. 1885 Bd. 6 S. 459. — <sup>61)</sup> PLUYETTE (Guignard), Bull. et mém. soc. de chir. Paris 1906 Bd. 32 S. 279; Rev. Chir. 1906 Bd. 33 S. 694. — <sup>62)</sup> RECKLINGHAUSEN, v., Virch.-Arch. 1864 Bd. 30 S. 372. — <sup>63)</sup> ROKITANSKY, Lehrb. d. path. Anatomie 1856 Bd. 2 S. 346. — <sup>64)</sup> SCARPA, Sull' aneurisma Deutsch: Über die Pulsadergeschwülste. Von HARLES. Mit 10 Kupfern. Orelli, Zürich 1808. — <sup>65)</sup> SONNENBURG, D. Med. W. Bd. 86 Nr. 5. — <sup>66)</sup> SUSSIRCI, Revista de la soc. méd. Argentin 1915, Juni/Juli. — <sup>67)</sup> SCHEDE, Virch.-Arch. 1908 Bd. 192 S. 52. — <sup>68)</sup> SCHJERNING, Arch. f. klin. Chir. 1901 Bd. 64 S. 1. — <sup>69)</sup> STILLING, Die Bildung und Metamorphose des Blutpfropfes oder Thrombus in verletzten Blutgefäßen. Baercke, Eisenach 1834. — <sup>70)</sup> SCHUMM, HEINRICH, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 120, III. S. 457. — <sup>71)</sup> SCHMIDT, M. B., D. Arch. f. Klin. Med. 1894 Bd. 52 S. 536. — <sup>72)</sup> SENFTLEBEN, Virch.-Arch. 1879 Bd. 77 S. 421. — <sup>73)</sup> SICK, D. Zeitschr. f. Chir. 1900 Bd. 55 S. 393. — <sup>74)</sup> STICH, D. Zeitschr. f. Chir. 1908 Bd. 95 S. 577. — <sup>75)</sup> STICH, MAKAS und DOWMAN, Beitr. z. klin. Chir. 1907 Bd. 53 S. 113. — <sup>76)</sup> TILMANN (Köln), Zbl. f. Chir. 1916 Bd. 33 S. 684. — <sup>77)</sup> THIEL, Zbl. f. Chir. 1899 Bd. 26 S. 1226. — <sup>78)</sup> THIERSCH, PITHA-BILLROTH I, 2. S. 549. — <sup>79)</sup> THOMA, Virch.-Arch. 1884 Bd. 95 S. 294 und 1888 Bd. 112 S. 259. — <sup>80)</sup> VILLAR, Journ. de méd. de Bordeaux 1892 Nr. 27; Zbl. f. Chir. 1893 Bd. 20 H. 32. — <sup>81)</sup> WALDEYER, Virch.-Arch. 1867 Bd. 40 S. 379. — <sup>82)</sup> WIETING, Beitr. z. klin. Chir. 1914 Bd. 94 S. 1. — <sup>83)</sup> WEBER, PITHA-BILLROTH II, 2. 1. Hälfte S. 173 (Aneurysmen); I, 1. S. 141 (Organisation). — <sup>84)</sup> ZAHN, Virch.-Arch. 1875 Bd. 81 S. 102.

## 2. Klinische Erscheinungen, Erkennung, Behandlung der Gefäßverletzungen\*).

Von Professor Dr. AUGUST BIER in Berlin.

Geheimer Medizinalrat, Marineobergeneralarzt à la suite.

Im Kriege beratender Chirurg des XVIII. Armeekorps.

Mit 12 Abbildungen im Text.

Naturgemäß ist vieles, was in der Überschrift steht, schon im Kapitel II, 2, das über Blutung, Blutverlust und Blutersatz handelt, gesagt worden. Ich habe mich mit dem Bearbeiter jenes Kapitels dahin geeinigt, daß er die unmittelbaren Folgen der Gefäßverletzungen, wie sie dem erstbehandelnden Arzte auf dem Schlachtfelde und im Feldlazarett sich bieten, bearbeitet, ich ihre späteren Schicksale im Kriegslazarett und in der Heimat übernehme. Es kommen hier vor allem Spät- und Nachblutungen und die sogenannten Kriegsaneurysmen in Betracht. Die Scheidung ist künstlich. Deshalb lassen sich Wiederholungen nicht ganz vermeiden.

Nach- und Spätblutungen nach Schußverletzungen sind in den Lazaretten häufig. Sie können am Tage der Verletzung und noch viele Wochen und Monate nach derselben auftreten. Sie erfolgen plötzlich, oft sind sie unbedeutend, und der Kranke merkt sie nur an dem warmen Heraussickern des Blutes, oft sind sie so stark, daß der Verletzte in kürzester Zeit verblutet.

Eine praktische Regel will ich voranstellen: Bei jeder Nachblutung, mag sie auch noch so gering sein, nehme man als höchstwahrscheinlich an, daß ein größeres Gefäß verletzt ist, für das es nur ein Verfahren der Blutstillung gibt, das Aufsuchen der Gefäßverletzung, in der Regel mit doppelter Unterbindung, in seltenen Fällen, wo die Asepsis der Wunde es gestattet, mit Naht des blutenden Gefäßes. Man verlasse sich niemals auf die Tampnade oder auf noch unsicherere Blutstillungsmittel, oder beruhige sich mit der Annahme einer „Granulationsblutung“, wenn nach Abnahme des Verbandes die Blutung steht. Denn mit fast unfehlbarer Sicherheit tritt sie wieder auf und tötet schließlich den Verwundeten. Nur ganz ausnahmsweise handelt es sich um Nachblutungen aus kleinen Gefäßen, bei denen nichtoperative Blutstillungen genügen. Dabei will ich nicht leugnen, daß es auch mir vorgekommen ist, daß ich beim Nachsuchen nach der Blutung kein größeres Gefäß gefunden habe, wahrscheinlich auch keins verletzt war, aber das ist höchst selten gewesen.

Folgendes ist die gewöhnliche Ursache der Nachblutung: Bei der Verwundung wurde ein größeres Gefäß verletzt. Es bildete sich ein Bluterguß aus, aber die Blutung stand von selbst, weil die sich gegen einander verschiebenden Weichteilschichten, ein Gerinnsel oder ein Knochen- oder Geschoßsplitter das Gefäß verschlossen. Bei der häufigen völligen Zerreißung der Gefäße thrombosieren nicht selten beide Enden. Alle diese Verschlüsse sind aber höchst unsicher und geben unter den verschiedensten Umständen nach. Vor allem sind es der jauchige oder eitrige Zerfall des verschließenden Gerinnsels, oder Verschiebungen von Knochen- oder Geschoßsplintern, die die Nachblutung verursachen.

Gegen diese Form tritt die eigentliche septische Blutung aus großen Gefäßen, bei der die Gefäßwand durch Eiterung eingeschmolzen wird, vollkommen in den Hintergrund. Über die Häufigkeit dieser sog. Arrosionsblutungen sind die Meinungen sehr verschieden. GOLDAMMER glaubt nicht daran und verweist sie in das Reich der Fabel. Auf der anderen Seite berichtet LANG, daß unter seinen 46 Fällen von Nachblutung 35 durch Arrosion und 11 durch primäre Verletzung der Gefäße hervorgerufen

\* Dieses Kapitel ist zum Teil eine wörtliche Wiedergabe meiner Abhandlung: Über Nachblutungen der Schußwunden, ihre Behandlung und ihre Verhütung. Med. Klin. 1916 Nr. 17.



seien. In Wirklichkeit dürfte die septische Arrosionsblutung bei Kriegsverletzungen selten sein. Ich habe an einem ungleich größeren Materiale von Nachblutungen bei Verwundeten, als es LANG zu Gebote steht, nur ganz vereinzelt Fälle von sicherer Arrosionsblutung gesehen. Auch die meisten anderen auf diesem Gebiete erfahrenen Chirurgen halten sie für selten. Sicherlich aber irrt GOLDAMMER, wenn er sie ganz leugnet. Ich habe ganz einwandfreie derartige Fälle gesehen, z. B.:

1. Fall. Bei einem 31 jährigen Manne spaltete ich einen großen retroperitonealen Psoasabszeß, der von einer Appendizitis ausging. Die großen Gefäße lagen auf dem Abszeß und waren von seiner Höhle aus deutlich zu fühlen. Unter genauer Berücksichtigung der Gefäße und weit von ihnen entfernt, nach einer ganz anderen Richtung hin, wurde ein Dränrohr eingeführt, so daß eine Schädigung der Gefäße durch dasselbe ausgeschlossen war. Das Rohr war schon gekürzt und sollte ganz entfernt werden. Vier Tage nach der Operation entstand eine starke Blutung aus der Wunde. Sie stammte aus einem 1—1½ mm großen Loch der Arteria iliaca externa, die durch die Eiterung angefrassen war, und zwar weit oberhalb und noch innen von der Stelle, an der das Dränrohr lag.

2. Fall. Bei einem 50jährigen Manne entstand gelegentlich der Exstirpation eines Gaumenkarzinoms eine heftige Blutung, ohne daß ein erkennbares Gefäß spritzte. Zur Stillung der Blutung wurde die Arteria carotis externa etwas oberhalb der Teilungsstelle unterbunden. Die Operationswunde vereiterte. 10 Tage nach der Operation wurde der Mann mit anscheinend oberflächlicher Halswunde entlassen. Am 18. Tage nach der Operation kehrte er zurück mit der Angabe, daß er in der vorausgehenden Nacht eine starke Blutung aus der Halswunde gehabt habe, die durch Druck gestanden habe. Die noch immer eiternde und in der Tiefe mit Eiter und schlaffen Granulationen gefüllte Wunde wurde wieder eröffnet. An der Teilungsstelle der Karotis fand sich ein mehr als erbsengroßes Loch, das bis auf eine feine Öffnung, aus der es leicht blutete, durch einen Thrombus geschlossen war. Ein Hustenstoß schleuderte den Thrombus heraus. Es spritzte ein starker Blutstrahl hervor. Die Arteria carotis communis wurde unterbunden. Der Kranke starb am folgenden Tage an fast völliger Erweichung der betreffenden Gehirnhälfte.

Am beweisendsten aber für das Vorkommen der Arrosion von Arterien ist der

3. Fall. Bei einem 33jährigen Wehrmanne wurde am 8. 3. 15 ein Aneurysma arteriovenosum zwischen der Arteria profunda femoris und der Vena femoralis operiert. Die Verbindung zwischen beiden Gefäßen wurde getrennt und die seitliche Naht von Arterie und Vene ausgeführt. Die Wunde vereiterte. Die Eiterung schien nur oberflächlich zu sein. Am 13. 3. blutete es stark aus der Wunde. Bei der sofort vorgenommenen Operation fand sich ein Loch in der Vorderwand der Arteria femoralis 1½ cm unterhalb des Abganges der Arteria profunda, aus dem es heftig blutete. Etwa zweifingerbreit unterhalb dieses Loches war, nach dem Anfühlen zu urteilen, die Arterie thrombosiert. Sie wurde oberhalb und unterhalb des Loches unterbunden und das Zwischenstück wurde herausgeschnitten. Die Nahtstellen an Arteria profunda fem. und Vena femoralis lagen in der Wunde nicht frei und kamen nicht zu Gesicht. Am 15. 3. erfolgte eine Blutung aus der Nahtstelle der Arteria profunda femoris. Diese Ader wurde unterbunden. Am 17. 3. stellte sich wieder eine starke Blutung ein. Es fand sich an der Vorderseite der Teilungsstelle der Arteria fem. communis, in der Arteria femoralis externa und der Arteria profunda femoris ein großes, die Hälfte des Umfanges einnehmendes Loch. Auch hier wurde unterbunden. Der Kranke starb.

In diesem Falle waren bei der ersten Operation, da ein Aneurysma arteriovenosum der vasa femoralia vermutet wurde, diese beiden Gefäße ausgedehnt freigelegt. Dabei zeigte sich die Arterie völlig unverletzt. Demnach handelte es sich bei den später auftretenden Löchern in der Wand der Arteria femoralis ganz unzweifelhaft um Einschmelzungen durch die Eiterung. Die letzte Durchbruchstelle der Arterie sah schon am 13. 3., wie ausdrücklich in der Krankengeschichte vermerkt ist, grauweiß verfärbt aus. Indessen war dort die Wand am 15. 3. nicht ausgebuchtet. Trotzdem fand sich schon zwei Tage später das große Loch in der Arterie. Es ist wahrscheinlich, daß die Freipräparation der Arterie den Zerfall der Wand begünstigt hat.

Unkundige Ärzte verursachen zuweilen Nachblutungen durch Dränröhren, die an den großen Arterien vorbeigeführt werden und längere Zeit liegenbleiben. Das Gefäß liegt sich auf diesen Fremdkörpern durch. Kommt man zur rechten Zeit hinzu, so kann man das herannahende Unheil an einer Ausbuchtung der Wand der Arterie an der gefährdeten Stelle erkennen. Man soll es sich deshalb zur Regel machen, am



besten niemals in der Nähe einer großen Arterie ein Dränrohr einzulegen, zum mindesten aber es nach spätestens 24 Stunden wieder zu entfernen.

Noch schlimmer als Dränröhren sind liegengelassene metallene Gefäßklemmen, die auf die Arterien drücken und auf denen sie sich mit unheimlicher Schnelligkeit durchliegen. So zerstören auch zweifellos Geschoß- und Knochensplitter, die neben ursprünglich unverletzten Arterien liegen, deren Wände noch nachträglich, in derselben Art wie Gefäßklemmen und verursachen Blutungen. Der Beweis dafür ist naturgemäß durch Beobachtungen am Menschen nicht leicht zu erbringen, doch habe ich Fälle gesehen, die diesen Vorgang sehr wahrscheinlich machen.

Es ist jetzt wohl in gutgeleiteten Lazaretten überall Sitte, Verwundete, bei denen eine Nachblutung zu befürchten ist, auf den Wachsaa! zu legen, dessen Personal mit der vorläufigen Blutstillung vertraut ist. Handelt es sich um Verletzungen der Glieder, so wird an das betreffende Bett ein Blutleerschlauch gehangen, in dessen Anwendung bei Beinverletzungen man klügere Verwundete auch selbst unterrichten kann. Schwieriger ist die Blutstillung aus Körperteilen, an denen die Esmarchsche Blutleere nicht anzubringen ist. Hier ist die Hilfe des Wartepersonals im wesentlichen auf Händedruck beschränkt. Während dieser ausgeübt wird, wird schleunigst der Arzt gerufen. Es gibt aber Fälle von Blutungen, z. B. aus dem unteren Teil der Karotis, aus der Iliaka, der Subklavia, wo auch er außerstande ist, die Blutung so zu beherrschen, daß man den Kranken lebendig vom Bette zum Operationstisch bringen könnte. Es blutet trotz Hände- und Tampondruck, und trotz zentraler Kompression der großen Hauptstämme, bei der überhaupt nicht viel herauskommt, aus der Wunde weiter. Dann fasse man schnell entschlossen mit den Fingern in die Wunde und suche das Gefäßloch durch unmittelbaren Fingerdruck zu verstopfen. Ist Zeit dazu da, so zieht man einen aseptischen Gummihandschuh an. Versagt auch dieser Kunstgriff, so empfehle ich folgendes einfache Mittel, das sich mir in solchen verzweifelten Fällen ausgezeichnet bewährt hat: Ich stecke schnell in die Wundhöhle einen möglichst großen Tampon sehr fest hinein und nähe die Wunde mit einigen tiefgreifenden Nähten darüber dicht zu. Auf die genähte Wunde wird mit der Hand noch außerdem gedrückt. Jetzt kann man in aller Ruhe den Verwundeten zum Operationstisch schaffen, die Operation und Blutersatzinfusionen vorbereiten und den Operationsplan machen. Dieses Verfahren hat sich auch bewährt, um vorläufig heftige Blutungen zu stillen, die ohne Aufsuchung des Hauptstammes nicht zu beherrschen sind, und es dürfte auch den Ärzten in der ersten Linie, die aus verschiedenen Gründen oft auf eine sofortige endgültige Blutstillung verzichten müssen, zu empfehlen sein. Dieses Verfahren ist bei jenen großen Arterien zuverlässiger als folgendes, das von v. ESMARCH (Handbuch der kriegschirurgischen Technik, 2. Band) beschrieben wurde: Die Wunde wird mit verschiedenen großen Tampons ausgestopft und überdeckt und durch eine elastische Binde, die straff angezogen wird, fest überwickelt. Übrigens ist meiner Meinung nach das feste Aufdrücken der Hand auf die tamponierte Wunde zuverlässiger als der Druck der elastischen Binde.

JÜNGST hat dieses v. Esmarchsche Verfahren neuerdings auch gegen die Blutungen aus den Gliedern an Stelle der künstlichen Blutleere empfohlen wegen der Gefahren, die ein längeres Liegen der Blutleerbinde mit sich bringt. Es dürfte aber nur da angebracht sein, wo man nicht die endgültige Blutstillung bald ausführen kann, oder, wo man die letztere erwarten kann auch ohne Unterbindung des blutenden Gefäßes. In solchen Fällen hat auch v. ESMARCH schon dieses Verfahren an den Gliedern verwendet und beschrieben. Selbstverständlich muß bei allen diesen vorläufigen Blutstillungen, genau wie bei der Esmarchschen Blutleere, die endgültige möglichst bald erfolgen.

Auch die kleinste Nachblutung wird als ein sehr ernstes Ereignis angesehen. Der Verwundete wird sofort auf den Operationstisch gebracht und regelrecht mit Äther narkotisiert. Hier ist weder der Narkosenrausch noch die örtliche Betäubung,

von denen wir sonst den ausgiebigsten Gebrauch machen, am Platze. Nimmt man den Verband ab, so steht in der Regel die Blutung, wodurch unerfahrene Ärzte sich zu unvollkommenen Blutstillungsmitteln verleiten lassen. An den Gliedmaßen wird künstliche Blutleere angewandt. Sehr gut eignet sich dazu wegen des herrschenden Gummimangels, die Sehrtsche Klemme, die man nach Bedarf lockern und im Augenblick wieder schließen kann. An anderen Körperteilen, an denen künstliche Blutleere nicht anzuwenden ist, ist es oft richtig, vor Inangriffnahme der Wunde den zuführenden Hauptstamm freizulegen und mit einer Fadenschlinge zu sichern. Diese Schlinge legen wir in Form einer Schleife an, ein einfaches Binden derselben genügt, um die Arterie zu schließen, und ein Zug am Schleifenende, um sie nach der Blutstillung wieder zu öffnen. Um die Intima nicht zu schädigen, zieht man die Schleife sehr vorsichtig und nicht zu fest zu. Dann geht man an die Wunde. Sie wird genügend erweitert, lieber zuviel als zuwenig, jedenfalls so, daß man eine gründliche Übersicht über die Höhle bekommt, und mit Haken auseinandergezogen. Das frische und das alte Blutgerinnsel werden auf das sorgfältigste ausgeräumt und die Höhle wird auf das sauberste ausgetupft. Arbeitet man ohne Blutleere, so quillt dann häufig der arterielle Blutstrom aus der Wunde. In anderen Fällen aber muß man erst genau suchen. Man sieht an einer Stelle noch ein festhaftendes Gerinnsel und erst, wenn dieses fortgenommen oder fortgetupft ist, erfolgt die Blutung. Sieht man das durch ein Gerinnsel verschlossene Loch, so führt man natürlich je einen Faden oberhalb und unterhalb desselben um die Arterie, bevor das Gerinnsel fortgenommen wird, und vermeidet so eine stärkere Blutung. Arbeitet man unter Blutleere, so sucht man das Loch der Arterie zu Gesicht zu bekommen, entfernt das verschließende Gerinnsel und bemerkt nun, wie trotz der Blutleere Blut aus dem Loche sickert. Zuweilen ist das Loch auch mit dem Finger zu fühlen. Es zu finden, macht meist auch unter Blutleere keine Schwierigkeiten. Im Notfalle lockert man die Blutleere vorübergehend und erkennt das Loch an dem ausströmenden arteriellen Blute. Ist das Loch gefunden, so wird die Arterie präpariert, oberhalb und unterhalb unterbunden und zwischen beiden Fäden durchschnitten. War die Arterie abgeschossen, so werden beide Enden aufgesucht und unterbunden. Es darf niemals versäumt werden, auch das periphere Ende zuzubinden, denn auch aus ihm kann eine Nachblutung erfolgen.

Bei septischen Wunden besteht die Gefahr, daß nach dem Durchschneiden oder der Resorption des Unterbindungsfadens die Blutung wieder auftritt. Diese Gefahr vermindert man, wenn man nach KLAPPS Rat die Wunde offen behandelt, und gleichzeitig dafür sorgt, daß sich keine verhaltenden Schorfe bilden und sich überhaupt kein Eiter in der Nähe der Unterbindungsstellen ansammelt.

Wichtig ist auch die Art der Unterbindung. Ich habe in der letzten Zeit bei septischen Wunden 2—3 Katgutunterbindungen in 0,5—1 cm Entfernung voneinander an jedem Gefäßstumpfe ausgeführt. Danach sind keine Nachblutungen aus den so behandelten Gefäßen mehr vorgekommen. Man hat auch Muskelstücke in die Gefäßlichtungen eingeschoben und darüber das Gefäß angebunden. Ich glaube, daß das ebensowenig Zweck hat, wie das Unterbinden mit unresorbierbaren Fäden. In septischen Wunden gibt unter Umständen jeder Verschluß nach, ebenso wie in aseptischen jeder genügt. Bei der Sektion von Verwundeten, die an dieser Art der Nachblutung gestorben sind, findet man gewöhnlich die Gefäßlichtungen weit offen, als wären sie nie unterbunden gewesen, und ohne Thromben. Da bei größeren Arterien (besonders handelt es sich hier um die A. femoralis communis, die A. poplitea, die A. carotis communis und interna) die Unterbindung die Gefahr des Absterbens der von ihnen versorgten Körperteile mit sich bringt\*), so schließt man ihre Wunden, wenn irgend angängig, durch die Naht. Im Anfang des Krieges haben

---

\*) Näheres über das Absterben von Körperteilen nach Unterbindung der sie versorgenden Arterien siehe später unter der Schilderung der Operation der Aneurysmen.



wir das öfter mit Glück getan, leider war die Naht später in den Feld- und Kriegslazaretten fast nie anzuwenden, da die Wunden, die wir dort sahen, stets infiziert waren, und in infizierten Wunden die Naht nicht hält, oder es trotz derselben zur Thrombose der Arterie kommt. Zweimal sahen wir in solchen Fällen nach gut gelungener Naht der A. poplitea Gangrän des Unterschenkels auftreten. Nach der Operation blieben die Glieder zunächst gut ernährt, dann stellen sich plötzlich die Zeichen des Brandes ein, offenbar in dem Augenblicke, wo die Infektion zur Thrombose der Arterie geführt hatte. Wird durch solche untrüglichen Zeichen die Thrombose des Gefäßes nicht vor Augen geführt und seine Nachblutung nicht durch zweckmäßige Maßnahmen verhindert, so dauert die Eiterung Nahtstelle und Thrombus an, verflüssigt den letzteren, und die Blutung entsteht von neuem.

Gefährliche und tödliche Nachblutungen erfolgen nicht nur aus den großen, sondern auch aus den mittleren Arterien. Wir haben solche sehr häufig aus der A. tibialis antica und postica und aus der A. profunda femoris, ferner aus der A. radialis, ulnaris, glutea superior, vertebralis usw., kurz aus fast allen mittleren Arterien gesehen. Ihr Kaliber und die Heftigkeit der Blutung aus ihnen haben wir in Friedenszeiten sehr unterschätzt.

Ja sogar aus kleineren Arterien ohne besonderen Namen, z. B. aus Muskelästen, können in seltenen Fällen heftige und lebensgefährliche Nachblutungen bei Kriegsverletzten entstehen. Ich selbst habe einige solche Fälle gesehen. Auch von anderer Seite sind welche beschrieben worden. Diese Blutungen unterscheiden sich von den noch zu schildernden parenchymatösen septischen Blutungen dadurch, daß eine oder mehrere kleinere Arterien spritzen, und daß sie durch Unterbindung sicher zu stillen sind. Diese Art der Nachblutungen kennen wir ja auch zur Genüge aus der Friedenspraxis. Hier schließen sie sich meist an Operationen an. Bei den Kriegsverletzten sind in der Regel septische Infektionen die Ursache.

Niemals habe ich in diesem Kriege den besonders früher viel ausgeführten Vorschlag befolgt, bei Blutungen, deren Herkunft nicht festzustellen war, die Unterbindung des Hauptstammes „am Orte der Wahl“ vorzunehmen, obwohl ich sehr häufig wegen Blutungen operiert habe, und obwohl diese unter örtlicher Betäubung leicht auszuführende Operation sehr verführerisch ist. In den ganz seltenen Fällen, wo ich keine Gefäßverletzung von Bedeutung in der Wunde fand, ist wohl auch keine solche vorhanden gewesen. Denn sämtliche trotz der zur Blutstillung vorgenommenen Operationen verstorbenen Verwundeten sind seziert worden, bei keinem fand sich eine unversorgte Gefäßverletzung und die Überlebenden haben außer der versorgten wahrscheinlich auch keine solche gehabt. Damit will ich nicht behaupten, daß in Ausnahmefällen die Unterbindung „am Orte der Wahl“ nicht zweckmäßig und vernünftig sei, z. B. die der Carotis externa bei schwer zu stillender Blutung der A. max. int. oder der A. hypogastrica bei solcher aus der A. glutea superior, zumal wenn der Zustand der Verletzten längeres Suchen nicht gestattet. Meine große Erfahrung zeigt aber, daß diese Methode bei Kriegsverletzten mindestens eine seltene Ausnahme darstellen soll. Es kommt hinzu, daß man sich in den Gefäßen vergriffen hat, z. B. die Carotis externa unterband, wenn die Blutung aus der interna oder der A. vertebralis stammte.

Dagegen ist es bei den schwer in der Wunde zu stillenden Blutungen (es handelt sich da um Fälle, wo die künstliche Blutleere sich nicht verwenden läßt) oft sehr zweckmäßig, den leicht zugänglichen Hauptstamm herzwärts von der Verletzung vorübergehend zu schließen, um ohne größeren Blutverlust die Gefäßverletzung am Orte der Verwundung aufzusuchen. Leider hat das Vorgehen häufig auf die Stärke der Blutung nur geringen Einfluß und ist bei der A. carotis communis und interna, wo es neben der A. subclavia am häufigsten in Betracht kommt, nicht ungefährlich. Denn schon vorübergehender Verschuß dieser Gefäße kann schwere Gehirnschädigungen hervorrufen. Deshalb legt man den Faden zunächst nur lose



um und schließt ihn erst im Bedarfsfalle oder knickt durch Anziehen des Fadens die Arterie ab.

Stets soll man bei ausgedehnten Wunden, wo mehrere Adern verletzt sein könnten, nach Versorgung einer gefundenen Arterienverletzung die übrige Wunde noch nach einer zweiten absuchen.

4. Fall. So fand ich bei der Operation eines infizierten arteriovenösen Aneurysmas der A. subclavia unterhalb des Schlüsselbeines ein zweites arterielles oberhalb dieses Knochens. Die A. subclavia wurde an fünf Stellen unterbunden, oberhalb und unterhalb jedes der beiden Aneurysmen und an ihrem Ursprung aus der Anonyma. 7 Tage nach der Operation ging der Verletzte an einer ungeheuren inneren Blutung rasch zugrunde. Bei der Sektion fand sich außer den beiden Verletzungen der A. subclavia noch eine dritte der A. anonyma, aus der die Verblutung erfolgt war.

Der bei schweren Kämpfen durch große körperliche Anstrengungen, Nässe und Frost, Eiterungen und Jauchungen, Durchfälle und andere innere Krankheiten geschwächte Verwundete verträgt sehr schlecht eine mäßige Blutung. Mehrmals starben die Leute, obwohl sie nur wenig Blut verloren hatten, schnelle Hilfe zur Stelle war und schnell die Blutung gestillt wurde.

Treten nach Unterbindung von Gefäßen die ersten Zeichen des Brandes in den zugehörigen Gliedmaßen auf, so soll man nicht, wie wir das in Friedenszeiten gewohnt sind, die Demarkation abwarten, sondern sofort im Gesunden amputieren. Sonst gehen die geschwächten Verwundeten gewöhnlich zugrunde, zumal bei der meist schweren Infektion der Wunden schnell allgemeine Sepsis oder Gasbrand aufzutreten pflegen. Das ist wohl nach den üblen Erfahrungen, die wir im Anfang des Krieges mit dem Abwarten gemacht haben, jetzt allgemein anerkannt.

Auch dann, wenn die Blutung aus schwer infizierten Wunden der Glieder stammt, die mit schlimmen Komplikationen, z. B. Gelenkeiterungen, Knochenzertrümmerungen, ausgedehntem Absterben der Weichteile, schweren Nervenverletzungen behaftet sind, kurzum in Fällen, wo bestenfalls ein schwer verstümmeltes und schlecht brauchbares Glied zu erzielen wäre, amputiert man besser, als daß man den Verwundeten außer den schon bestehenden Gefahren noch der Gefahr einer neuen Blutung aus den unsicher versorgten Gefäßstümpfen aussetzt.

Aus allen diesen Gründen ist es besser, die Nachblutung möglichst zu verhüten. Deshalb sahen wir auch die Wunden, die in der ersten Linie und im Feldlazarett schon versorgt waren, nochmals genau nach, wenn die Verletzung einer größeren oder mittleren Arterie wahrscheinlich war. Das ist nicht schwer zu erkennen. Zuerst faßt man nach dem peripheren Puls; sein Fehlen oder seine beträchtliche Abschwächung macht die Gefäßverletzung höchst wahrscheinlich, sein Vorhandensein beweist nichts gegen dieselbe. Denn nicht nur bei seitlichen Löchern, sondern auch bei völliger querer Durchtrennung einer Arterie kann der periphere Puls erhalten sein, weil durch die Bluthöhle, die zwischen beiden Gefäßenden liegt, hindurch der Blutlauf weiter vor sich gehen kann. Auch kann der Puls, wenn auch schwächer als auf der gesunden Seite, durch kollaterale Bahnen gespeist werden. Man hat deshalb noch andere Zeichen als den Puls nötig. Trifft der Schußkanal ungefähr auf die Richtung einer Arterie, ergibt die Vorgeschichte, daß der Mann nach der Verletzung stark geblutet hat, findet man eine pralle blutige Infiltration des betreffenden Körperabschnittes, oder füllt gar die Wunde ein massiges Blutgerinnsel, so liegen fast immer ernste Gefäßverletzungen vor. Häufig zeichnen sich die dabei beobachteten Anschwellungen durch große Schmerzhaftigkeit aus. Die Verletzung einer der beiden Vorderarmarterien haben wir mehrmals daraus erkannt, daß der unter der Beugemuskulatur liegende pralle Bluterguß die Verwundeten daran verhinderte, die Finger vollständig zu strecken.

Liegt gar schon ein pulsierendes Hämatom vor oder vernimmt man Schwirren in der Gegend der Verletzung, Kennzeichen sogenannter „Kriegsaneurysmen“, so ist an der Diagnose einer ernsten Gefäßverletzung kein Zweifel.

Man verfährt bei der Aufsuchung der Gefäßverletzung etwa in derselben Weise, wie oben für die Stillung der Nachblutung beschrieben ist. Doch darf man hier noch viel weniger als bei der Nachblutung aus dem Fehlen der Blutung beim Untersuchen der Wunden auf unverletzte Gefäße schließen. Wir fanden nach frischen Verletzungen die Arterienenden bei völligem Durchriß anscheinend fest durch Thromben oder durch Einrollung der Intima geschlossen. Dementsprechend war die Blutung sowohl nach außen als auch innen in die Gewebswenräume außerordentlich gering. Diesen Befund macht man besonders häufig an den Arterien der Arme. Aber, wie schon erwähnt, ist dieser Verschluß trügerisch, er kann später durch die Eiterung gelöst werden. Diese zerrissenen Gefäße sind meist leicht in der frischen Wunde zu finden, weil die Verletzung oder die Blutung sie als Stränge aus ihrer Umgebung gelöst hat und so das Gefäßbündel frei vorliegt. Zwar heilen sicher gar nicht selten die schwersten Arterienverletzungen ohne wesentliche Blutung nach außen und innen. Welcher erfahrene Kriegschirurg hätte nicht schon gelegentlich bei Nervenoperationen festgestellt, daß gänzlich abgeschossene Arterienstümpfe ohne Schaden für das Glied zugeheilt waren? Ich habe das an der A. axillaris und brachialis mehrfach, an der A. tibialis postica einmal beobachtet. Es dürfte auch an den Arterien der unteren Gliedmaßen öfter vorkommen, wird dort aber selten gefunden, weil wir Operationen, die in die unmittelbare Nähe dieser Gefäße führen, nicht so häufig machen wie am Arm, wo die Nerven die großen Gefäße begleiten. Wenn solche Selbstheilungen sogar bei queren Abschnitten der Arterien vorkommen, wieviel häufiger dürften sie da bei kleinen seitlichen Verletzungen und bei Durchschüssen sein. Häufig dürften sogar solche Arterien durchgängig bleiben.

Einen solchen Fall beschreibt LEXER. Er fand bei einer Nervenoperation am Oberarm drei Wochen nach der Verletzung eine 1 cm lange Längsnarbe in der Hauptarterie, deren Lichtung dadurch um mehr als die Hälfte verengt wurde.

Es können dabei aber auch sehr ausgedehnte Thrombosen verletzter Arterien auftreten.

5. Fall. So fanden wir bei der Sektion zwei von einem alten Durchschuß der rechten A. carotis interna, dicht oberhalb ihres Abganges von der communis, herrührende arterielle Aneurysmen durch alte Gerinnsel vollkommen geschlossen und vernarbt und die Carotis interna in ihrer ganzen Ausdehnung von einem alten derben Thrombus verstopft. Hier war es also zu einer Selbstheilung mit ausgedehnter Verödung des Gefäßes und seiner Nebenäste gekommen. Der Mann starb nach der Operation eines Aneurysmas der linken A. vertebralis.

Findet man zufällig bei Operationen, die man meist wegen gleichzeitig verletzter Nerven später ausführt, solche thrombosierten Gefäße, so soll man sie vorsichtshalber unterbinden, weil sie, wenn an ihnen gerührt wird, zuweilen nachbluten. Das erlebte ORTH noch 7 Monate nach der ursprünglichen Verletzung.

In anderen Fällen lassen schwere Kreislaufstörungen der Glieder keinen Zweifel, daß die Arterie abgeschossen war, ohne daß es zum Brande des Gliedes kam. So sah ich mehrere Fälle von schwerster ischämischer Muskelkontraktur des Vorderarmes nach Schußverletzung des Oberarmes. Die Richtung des Schußkanals traf den Verlauf der A. brachialis. Als Beispiel diene folgender Fall:

6. Fall. Ein 21jähriger Leutnant wurde am 3. 10. 14 am rechten Oberarm angeschossen. Die Arterie wurde verletzt. Er bekam eine schwere ischämische Kontraktur der Muskeln des Vorderarmes. Ich sah ihn zum letztenmal am 19. 2. 20 und fand: Die Muskulatur des Vorderarmes war steinhart, und es waren nur ganz geringfügige Bewegungen mit den versteiften Fingern möglich. Das Handgelenk war knöchern ankylosiert. Der rechte Unterarm maß vierfingerbreit oberhalb des Handgelenkes  $13\frac{1}{2}$  cm, in der Mitte  $15\frac{1}{4}$  cm, der linke an den entsprechenden Stellen reichlich 19 cm und  $26\frac{1}{2}$  cm. Im Gegensatz zum rechten Unterarm war die Muskulatur des rechten Oberarmes kräftig entwickelt. Die Hand war kalt, die Sensibilität außer im Ulnarisgebiet überall erhalten. Das Ellbogengelenk war beweglich. Die Finger standen in starker Beugekontraktur, sie waren blaurötlich verfärbt. Der Puls der peripheren Arterien war nicht zu fühlen. Kurz gesagt, es bestand das klassische Bild der schweren ischämischen Muskelkontraktur.

Die durch die schon erwähnten Ursachen geschwächten Soldaten vertragen, besonders wenn noch langwierige Eiterungen hinzukommen, sehr schlecht Operationen, bei denen stärkere Blutungen stattfinden. Bei solchen Leuten sollen grundsätzlich alle Operationen an den Gliedern unter künstlicher Blutleere ausgeführt werden, besonders auch „kleine“ Operationen an den Knochen, aus denen es ja außerordentlich stark blutet. Ferner sollen vor Lösung der künstlichen Blutleere möglichst alle Gefäßlichtungen gefaßt werden. Ich habe mich in diesem Kriege häufig überzeugt, wie sehr diese Kunst der Blutstillung gegen früher unter den jungen Ärzten abgenommen hat. Wurde die Blutleere gelöst, so spritzte es oft aus allen möglichen Gefäßen. Der sorgfältig arbeitende Arzt kann während des Liegens der abschnürenden Binde die Blutung so vollständig stillen, daß der Blutverlust nach Lösung der Abschnürung nur äußerst gering ist. Zunächst muß man die anatomische Lage der größeren Gefäße kennen, vor allen Dingen aber auch beachten, daß die mittleren und kleineren Arterien in den Bindegewebszwischenräumen verlaufen, wo sie zu suchen sind, und daß auch unter der anscheinend vollständigsten künstlichen Blutleere bei Druck auf den abgeschnürten Gliedabschnitt aus den Gefäßöffnungen sich immer noch Blut auspressen läßt. Wendet man diese kleinen Kunstgriffe an, so wird man nur selten ein später noch spritzendes Gefäß während des Bestehens der Blutleere ununterbunden lassen.

Die Lösung der Blutleere soll so erfolgen, daß bei Blutung eines größeren Gefäßes der abschnürende Gegenstand sofort wieder angezogen werden kann, so daß eine heftige Blutung im Augenblick zu beherrschen ist.

Mir ist aufgefallen, daß viele Chirurgen die Blutleere mit dem Trendelenburgschen Spieß, der sich nach KEPLER auch durch eine Kornzange ersetzen läßt, nicht kennen. Operationen am Hüftgelenk und am obersten Teil des Oberschenkels sind sehr gut unter ihr auszuführen, nur wo man mit diesen einfachen Mitteln nicht auskommt, muß man den immerhin nicht ganz ungefährlichen Momburgschen Schlauch anwenden. Allerdings halte ich seine Gefahren nicht für sehr groß, wenn man sich genau an die Regeln MOMBURGS hält, was leider oft nicht geschieht. Ich habe den Momburgschen Schlauch sehr häufig angewandt und keine Nachteile, dagegen große Vorteile davon gesehen. Auch hier soll natürlich die vollkommenste endgültige Blutstillung durch Unterbindung ausgeführt werden, ehe man die Blutleere entfernt und nicht hinterher.

Bei Körperteilen, an denen sich künstliche Blutleere nicht anwenden läßt, hat sich die von BRAUN empfohlene künstliche Suprareninanämie bewährt. Verrichtet man die betreffenden Operationen unter örtlicher Betäubung, so hat man diese nützliche Eigenschaft des Suprarenins als selbstverständliche Nebenwirkung. Aber auch bei abgebluteten narkotisierten Kranken sollte man Einspritzungen dieses Mittels lediglich zum Zwecke der Blutspargung ausgedehnt anwenden. Die parenchymatöse Blutung fällt dadurch ganz fort, die Arterien spritzen nur so viel, daß der Blutverlust sehr gering ausfällt, aber doch genug, um sie erkennen, fassen und unterbinden zu können.

Von den Nachblutungen nach innen kommen vor allem die in die Gewebe in der Umgebung der verletzten Arterie in Betracht. Man beobachtet sie, wenn die äußere Wunde sehr klein oder schon verklebt ist. Der Blutdruck reißt dann die lockeren Gewebe weit auseinander und bildet gewaltige mit Blut gefüllte Höhlen, die oft in kürzester Zeit auftreten. Die Diagnose ist meist leicht zu stellen. Heftiger Schmerz und gewöhnlich auch Fieber sind die Begleiterscheinungen dieses Ereignisses. Bei dem daraufhin vorgenommenen Verbandwechsel sieht man die plötzlich entstandene Geschwulst; die Haut über ihr ist nach längerem Bestehen gewöhnlich, auch wenn keine Infektion vorliegt, entzündlich gerötet und ödematös. Ähnliche Erscheinungen künden oft auch die bevorstehende Blutung nach außen an, weil erst einige Zeit nach der inneren Blutung die leicht verharschte Hautwunde aufgerissen wird. Diese innere Blutung in Gewebs- und Trümmerhöhlen kann so groß sein, daß sie zum Tode führt.



Über einen solchen Fall berichtet BORCHARDT. Bei einem reinen Weichteilschuß (Gewehrschuß des Oberschenkels) trat nur leichte Blutung nach außen auf. Es entwickelte sich eine ungeheure, allmählich zunehmende Schwellung des Oberschenkels, die als Ödem gedeutet wurde. 17 Stunden nach der Verletzung ging der Verwundete zugrunde. Erst die Sektion deckte eine gewaltige Trümmerhöhle inmitten völlig zeretzter Muskulatur auf, in die der Verwundete sich verblutet hatte. Aus welchem Gefäße die Blutung erfolgte, ließ sich nicht feststellen. A. und V. femoralis waren unverletzt.

Die zweite Form der inneren Blutung, die in die großen Körperhöhlen, kommt als Spätblutung vor allem bei Nieren und Milz in Betracht. Bei der Niere mußte ich in zwei Fällen längere Zeit nach der Verwundung wegen Spätblutungen eingreifen. Dabei kommt eigentlich nur die Entfernung der blutenden Niere oder Milz in Betracht, andere Blutstillungsmittel, die man sonst bei parenchymatösen Organen anwendet (Naht, Thrombokinase enthaltende Gewebstücke oder künstliche Präparate derselben), versagen, schon der fast immer bestehenden Infektion halber, und spritzende Arterien, die man unterbinden könnte, findet man nicht, oder die Unterbindungen halten in dem morschen Gewebe nicht.

Weit seltener als die Nachblutung aus großen Arterien ist die aus großen Venen. Ihre Behandlung ist weit einfacher. Auch hier ist die Unterbindung bei infizierten, die Naht bei aseptischen Wunden immer das sicherste und, wenn möglich, anzuwendende Mittel. Aber so unzuverlässig und verwerflich die Tamponade zur Stillung von arteriellen Blutungen ist, so sicher wirkt sie bei venösen. Mehrfach habe ich, z. B. bei der Entfernung branchiogener Karzinome, die Vena jugularis interna einfach quer am Foramen jugulare abgeschnitten, durch einen sofort eingeführten Tampon die Lichtung der Vene geschlossen und immer zuverlässig und endgültig die Blutung damit gestillt. Auch einfache Druckverbände, ohne sorgfältig ausgeführte Tamponade, mit gleichzeitiger Hochlagerung des blutenden Körperteiles genügen häufig zur Stillung der venösen Blutung, besonders wenn man nach v. ESMARCHS Vorschrift noch eine elastische Gummibinde überwickelt.

Schließlich gibt es schwer zu stillende sogenannte parenchymatöse Nachblutungen aus kleinen nicht spritzenden Gefäßen und aus Kapillaren. Bei ihnen handelt es sich entweder um Bluter oder um Septische. Nur die Blutungen der letzteren sollen hier erörtert werden. Sie erfolgen aus der granulierenden Wunde. Wenn ich von den bekannten geringen Nachblutungen aus septischen Wunden beim Verbandwechsel, besonders beim Entfernen von Tampons und Dränröhren absehe, so habe ich stärkere Blutungen ohne solche Ursachen nur selten gesehen und kann wegen mangelnder Aufzeichnungen darüber nichts Genaueres aus eigener Erfahrung sagen. Ich verdanke W. KÖRTE folgende Mitteilungen: KÖRTE sah septische Nachblutungen von Bedeutung bei 5 Verwundeten. Bei allen wurde sorgfältig nach der Quelle der Blutung gesucht, aber nirgends wurde ein verletztes Gefäß gefunden, das die Blutung erklärt hätte. 4 Fälle starben und wurden seziert. Auch der pathologische Anatom konnte kein verletztes Gefäß finden.

Auch die septische Nachblutung wiederholt sich gewöhnlich. Von den 5 Fällen KÖRTEs hatten

Fall 1: 2 Blutungen (gestorben),

Fall 2: 2 Blutungen (gestorben),

Fall 3: 1 Blutung (gestorben),

Fall 4: 1 starke, wiederholte kleine Blutungen (gestorben),

Fall 5: 1 Blutung (geheilt).

Wenn ein so erfahrener Chirurg wie KÖRTE, der während des ganzen Krieges im Felde stand, nur 5mal die septische parenchymatöse Nachblutung sah, so geht daraus ihre geringe praktische Bedeutung hervor.

Für die parenchymatöse Nachblutung kommt in erster Linie die Tamponade in Betracht, wobei der verwendete Mull entweder trocken oder mit blutstillenden Mitteln getränkt eingeführt oder aufgelegt wird. Über den Tampon kommt der Druckverband, wobei der Druck nötigenfalls durch eine v. Esmarchsche Gummibinde verstärkt wird. Der blutende Körperteil wird hoch gelagert.

In zweiter Linie verwendet man andere blutstillende Mittel. Statt der alten klassischen Styptika (Hitze, Kälte, Feuerschwamm, Liqueur ferri sesquichlorati, Gelatine, Terpentinöl, Essig, Chlorzink usw.), die meist den Nachteil haben, daß sie die Wunden reizen oder gar verätzen, sind neuerdings die Thrombokinasemittel in Gebrauch gekommen. Die Thrombokinasen sind Bestandteile der Körperzellen, von denen die einen mehr, die anderen weniger davon enthalten. Sie befinden sich vor allem in Muskeln, Faszien, Fett, Netz. Die blutstillende Wirkung von Lappen, die aus diesen Geweben ausgeschnitten werden, auf parenchymatös blutende Wunden (besonders von Eingeweiden) ist anerkannt. Für septische Wunden eignen sie sich aus klaren Gründen weniger. Hier ist das von KOCHER und FONIO aus den Blutplättchen des Rindes hergestellte Präparat „Koagulen“ vorzuziehen. Es stellt ein wasserlösliches Pulver dar, das kurz vor der Anwendung in physikalischer Kochsalzlösung aufgelöst wird. Die Lösung wird durch kurzes Aufkochen sterilisiert. Auf die blutende Wunde legt man Mullstücke, die mit dieser Lösung getränkt sind, oder man bringt die Lösung mit einer Spritze mit aufgesetzter Hohlneedle auf die blutende Stelle. Das Koagulen hat sich in der Friedenspraxis bewährt; es ist mir nicht bekannt, ob das Mittel bei septischen Kriegswunden mit Erfolg gebraucht ist.

Da bei dieser Art der septischen Nachblutung vielleicht ähnliche krankhafte Ursachen vorliegen wie bei der Bluterkrankheit, jedenfalls das Blut dabei an Gerinnungsfähigkeit eingebüßt hat, so hat man die bei Blutern bewährte Transfusion von Blut oder die Einspritzung von Serum vorgeschlagen. HOTZ und KÜTTNER empfehlen, von ähnlichen Gesichtspunkten ausgehend, Koagulen intravenös einzuspritzen. Daß dieses Mittel auch nach intravenöser Einverleibung vertragen wird und wirkt, hat FONIO schon vor dem Kriege durch Tierversuche und Erfahrungen beim Menschen nachgewiesen. Da, wie ich oben bemerkte, auch die septische Blutung sich meist wiederholt, so sind diese Mittel sehr beachtenswert.

Das richtige und überall zugängliche Mittel für die parenchymatöse septische Nachblutung dürfte die Tamponade sein.

Natürlich ist bei schweren Blutungen die Einführung von Blutersatzmitteln von größter Wichtigkeit. Ich verweise mit Bezug darauf auf den entsprechenden Abschnitt (A, II, 2).

Sehr zahlreich sind die Komplikationen der Gefäßverletzung. In erster Linie sind wegen der nahen Nachbarschaft gleichzeitig Nerven geschädigt, in zweiter Linie Knochen. Oft verletzen erst fortgeschleuderte Knochentrümmer die Gefäße. Sehr häufig sind die Muskeln ausgedehnt zerfetzt, bzw. werden sie später durch den Druck des Hämatoms oder das wachsende Aneurysma so gedrückt, daß sie entarten oder gar absterben. Auch die Nervenleitung kann, ohne daß der Nerv vom Geschoß geschädigt wurde, durch diese Ursachen noch nachträglich aufgehoben werden. Zuweilen sind die benachbarten Gelenke mitverletzt. Alle diese Komplikationen sind besonders deshalb verhängnisvoll, weil sie teils den Grund zu außerordentlich schweren Phlegmonen bilden, teils weiter die Ernährung stören durch Mitverletzung von Nerven oder durch Erschwerung des Kollateralkreislaufes. In solchen Fällen soll man bei den Gliedern, um die es sich ja in der Mehrzahl der Fälle handelt, wohl abwägen, ob man nicht besser von vornherein sie wegen der großen Gefahr für das Leben absetzt.

Die schlimmste Komplikation ist der Brand der Glieder. Meines Erachtens kommt hier noch mehr als das Absterben durch Aufhebung des Blutzuflusses der Gasbrand in Betracht, dessen Erreger in den auch nur leicht ischämischen Geweben aus begreiflichen Gründen ihre Entwicklung finden. Das konnte ich an der Hand

eines verhältnismäßig großen Materiales nachweisen (Bruns Beiträge 101, Band 33, S. 284). Unter 52 Amputationen der Glieder, die wegen Gasbrandes ausgeführt wurden, wurden in 39 Fällen die Glieder seziiert und auf Gefäßverletzungen untersucht. Nur 4mal waren die Arterien gesund und durchgängig. Unter den übrigen 35 Fällen fanden wir 33mal Arterien verletzt, 2mal ausgedehnte Thrombosen beider Unterschenkelarterien ohne nachweisbare Gefäßverletzung. Ich bemerke dazu, daß alle anderen Ursachen für den Brand, z. B. Erfrierungen, reine Ernährungsstörungen usw., durch den Verlauf der Fälle ausgeschlossen waren. Alle zweifelhaften Fälle von Brand mit Gasentwicklung, bei denen solche Ursachen vorliegen konnten, sind bei dieser Übersicht nicht mitgezählt.

Dementsprechend findet man auch bei Gasphegmonen sehr häufig Nachblutungen.

Da, wie später noch zu erörtern ist, die Gefäßnaht in der Behandlung der Gefäßverletzungen einen großen Fortschritt darstellt, so hat man natürlich in diesem Kriege möglichst bald nach der Verletzung die Naht angewandt. Bei den verhältnismäßig aseptischen Wunden und den geordneten Verhältnissen der Friedenszeit ist das eigentlich selbstverständlich. Indessen hat das Verfahren im Kriege keinen großen Erfolg aufzuweisen gehabt.

JEGER, ENDERLEN, BARBAR, E. REHN, MARSCHKE, HOTZ u. a. sind für die primäre Naht der großen Gefäße eingetreten. Aber auch sie haben nur wenige Fälle operiert, und die Erfolge sind nicht gerade hervorragend gewesen. Andere hatten nur schlechte Erfolge. Immerhin muß die Naht unser Ziel sein. Es fällt auf, daß die Ärzte, die die Ausschneidung und Naht der frischen Kriegswunden häufig ausführten, nicht öfter Gefäßnähte gemacht haben, da doch die Erfahrung zeigt, daß zahlreiche Verletzungen großer Gefäße ohne erhebliche Blutung die Lazarette erreichen und erst später das Aneurysma veranlassen.

Es liegt sehr nahe, bei ganz beginnendem Brande oder ischämischer Muskelkontraktur infolge von Arterienverletzungen die drohende Gefahr durch schleunige Gefäßnaht abzuwenden. Schon im Jahre 1908 führte SCHMIEDEN in unserer Klinik bei beginnender ischämischer Kontraktur der Vorderarmmuskeln infolge Verletzung der A. cubitalis durch den berühmten Bruch des unteren Endes des Oberarmknochens die Resektion des zerquetschten und in 1½ cm Länge thrombosierte Stücker der Arterie aus und verband die Stümpfe durch ringförmige Naht. Der bedrohte Arm stellte sich vollkommen wieder her.

Denselben Versuch machte im letzten Kriege MARSCHKE, als infolge Abschusses der A. brachialis eine ischämische Muskelkontraktur sich einzustellen begann. Die Gefäßnaht gelang, aber die Muskelkontraktur blieb bestehen.

Ich selbst habe im Beginn des Krieges einmal und später noch zweimal versucht, bei Verletzung der A. poplitea, als die ersten Zeichen des Brandes, nämlich Kälte und Gefühllosigkeit des Fußes, sich einstellten, das bedrohte Glied durch Naht der verletzten Ader zu retten. Alle 3 Fälle ähnelten sich, bei allen waren schon Gerinnsel in den peripheren Abschnitten, die durch Kochsalzspülungen nach Möglichkeit entfernt wurden. Die ringförmige Naht ließ sich stets einwandfrei ausführen, das periphere Arterienstück pulsierte lebhaft, trotzdem wurden alle drei Glieder brandig. Ähnliche Mißerfolge hatten JEGER und ENDERLEN in gleich liegenden Fällen.

Die Operation ist offenbar auch von anderer Seite häufiger versucht worden. Mir sind nur 2 Fälle durch mündliche Mitteilung bekannt geworden, die günstig verliefen. Einer meiner Assistenten erzählte mir, daß er Zeuge war, als KADER auf einem feldärztlichen Abend in Krakau im Jahre 1915 einen ähnlichen Fall von Verletzung der A. femoralis mit Kälte und Gefühllosigkeit der Zehen vorstellte, bei dem er mit vollem Erfolge die Gefäßnaht ausführte.

PRIBRAM teilte mir mit, daß er auf einem feldärztlichen Abend in Stryi (Galizien) folgenden Fall gezeigt habe:



Nach einer Schußverletzung der A. iliaca, eben oberhalb des Leistenbandes, waren das zugehörige Bein kalt, Fuß und Zehen gefühllos und die Haut blaß und marmoriert. PRIBRAM führte die ringförmige Naht der bis auf eine kleine Brücke durchschossenen A. iliaca externa aus. Schon auf dem Operationstisch kehrte der Puls der peripheren Arterien wieder. Das Bein erholte sich sofort, mußte aber 4 Wochen später wegen septischer Osteomyelitis, die von einem komplizierten Knochenbruch ausging, amputiert werden.

ENDERLEN sagt: „Ich hatte nur einmal das Glück, die Poplitea mit Erhaltung des Unterschenkels zu nähen. Bei den anderen Fällen war der Fuß bereits kühl und es kam zur Gangrän.“ Da im ersten gelungenen Falle offenbar keine erheblichen Kreislaufstörungen da waren, ist der Beweis, daß die Naht den Unterschenkel gerettet hat, nicht geliefert.

Immerhin ermutigen die Fälle von SCHMIEDEN, KADER und PRIBRAM dazu, auf dem betretenen Wege weiterzuschreiten. Bei beginnender Gangrän der Kriegsverletzten in solchen Fällen ist allerdings die genaueste Beobachtung nötig. Sowie die Gangrän fortschreitet, soll man die Amputation ausführen, aus Gründen, die ich schon entwickelte.

### 3. Die Kriegsaneurysmen.

Von Professor Dr. AUGUST BIER.

Über Kriegsaneurysmen habe ich in diesem Kriege eine große Erfahrung sammeln können. Im ganzen wurden rund 210 Aneurysmen von mir und meinen Assistenten operiert, von den letzteren 78, von mir persönlich der Rest. Über 178 von diesen Fällen besitze ich genaue, über 32 unzureichende Aufzeichnungen. Die 178 Fälle mit genauen Aufzeichnungen sind in erster Linie diesen Ausführungen zugrunde gelegt. Die übrigen, über die ich keine oder ungenügende Aufzeichnungen besitze, sind von mir größtenteils als fachärztlicher Beirat oder im Felde operiert.

Außerdem habe ich zahlreiche Aneurysmen, die ich sah, nicht operativ behandelt bzw. nur fachärztlich beraten.

Bei dem mir zur Verfügung stehenden Raum bleibt mir die Wahl, entweder alles, was auf Aneurysmen Bezug hat, lehrbuchmäßig zu schildern oder dem Wichtigsten und Neuen, was uns dieser Krieg gelehrt hat, einen größeren Platz zu gewähren, ferner, entweder alles, was über Aneurysmen geschrieben wurde, getreulich zu vermelden oder hauptsächlich meine eigenen Erfahrungen zu schildern, die ich schon zu Beginn des Krieges an zwei Stellen niedergelegt habe (1. in einem Aufsatz der D. Med. Wochenschrift 1916, Nr. 5—6 und 2. in einem Vortrage auf der Kriegschirurgen-tagung in Brüssel am 7. 4. 1917), und das Neue, was von anderer Seite dazu gebracht ist, einzufügen. Ich ziehe in beiden Fällen das letztere vor.

Ferner sollen die praktischen Gesichtspunkte im Vordergrund stehen. Deshalb ist der Diagnose und der Behandlung des Aneurysmas der größte Raum gewährt.

Das arterielle Kriegsaneurysma wird gewöhnlich als falsches bezeichnet. Man läßt besser die Bezeichnung fallen und spricht nur von arteriellen Aneurysmen. Gestritten hat man sich darüber, wann das pulsierende Hämatom aufhöre und wann das Aneurysma anfange. Der Streit ist müßig; am besten sagt man mit BILLROTH: „ein Aneurysma im weitesten Sinne ist eine mit Blut gefüllte Höhle, die mit einem Arterienlumen kommuniziert.“ In diesem Sinne haben schließlich auch die meisten Schriftsteller in diesem Kriege das Aneurysma aufgefaßt und die Bedingung, daß ein arterielles Aneurysma eine Sackwand haben müsse, fallen lassen.

Naturgemäß waren die von uns operierten Aneurysmen zum Teil sehr jung. Das jüngste wurde von mir 8 Tage nach der Verletzung operiert.

Deshalb handelte es sich bei den arteriellen Aneurysmen meist noch nicht um Säcke, die mit einer Haut ausgekleidet waren, sondern um Bluthöhlen, die größtenteils mit frischen oder älteren Gerinnseln angefüllt waren.

In der unmittelbaren Nähe des Arterienloches, an dieses sich anschließend, befand sich in dem Gerinnsel gewöhnlich eine napf- oder kugelförmige Höhle, in der das flüssige Blut kreiste. Die Wand dieser Höhle bildete das zuweilen zwiebelschalenartig angeordnete Gerinnsel, das hier häufig schon eine hautähnliche Beschaffenheit angenommen hatte. Nach Ausräumung des Gerinnsels aus der Höhle kam das Arterienloch zum Vorschein. Wurde nicht unter künstlicher Blutleere operiert, so blutete es ohne Ausnahme aus diesem Loche sehr stark, auch wenn die Arterie oberhalb und unterhalb des Sackes abgeklemmt war, ein Zeichen, daß im Bereiche des Sackes Nebenäste mündeten, die vielleicht infolge eines schon ausgebildeten Kollateralkreislaufes erweitert waren. Auf dieses wichtige Verhalten werde ich später noch zurückkommen.

Trotz des Fehlens einer regelrechten häutigen Höhle läßt sich das Aneurysma meist schon frühzeitig als Sack herauspräparieren. Die Wände des Sackes bestehen aus Faszien oder aus Muskeln, die zumeist stark schwielig verändert sind. Die wenigsten arteriellen Aneurysmen hatten schon eine regelrechte Auskleidung mit einer glatten Haut oder bestanden ganz aus einer sackartigen Schwiele. Dies beobachteten wir häufiger erst in der letzten Zeit und nach langem Bestehen des Aneurysmas.

Niemals beteiligte sich die Arterienwand weiter an dem Sacke, als daß sie, gewöhnlich in derbe Schwielen eingebettet, in einer Seite der Sackwand verlief. Mit ganz seltenen Ausnahmen ließ sich die Arterie ganz genau aus der Sackwand und aus den Schwielen herauspräparieren. Diese Ausnahmen betrafen lediglich die intrathorakalen oder intrakraniellen Aneurysmen, bei denen eine genaue Präparation wegen ihrer Unzugänglichkeit nicht gemacht wurde.

Die Höhlen hatten sehr verschiedene Größe. Die größten waren kindskopfgroß und darüber. Nicht selten hatten sie mehrere buchtige Fortsätze. Stets hatte der arterielle Blutdruck die Muskelzwischenräume weit aufgewühlt. So fanden wir z. B. an der A. femoralis mehrmals dasselbe Bild: Zunächst waren die Zwischenräume zwischen Extensoren und Adduktoren auseinandergedrängt, dann fand sich, hinter dem Knochen vorbeigehend, der Eingang in eine zweite, noch größere Höhle, die zwischen Extensoren und Flexoren lag und bis unter die Faszia der Außenseite reichte. Mehrmals konnte man in solchen Fällen die Pulsation des Aneurysmas an der Außenseite fühlen. In anderen Fällen führte ein Loch vor dem Knochen vorbei in eine Höhle unter den Streckmuskeln an der Vorderseite des Oberschenkels. Hier beobachteten wir einmal eine Höhle, die vom oberen Darmbeinstachel bis unterhalb der Mitte des Oberschenkels reichte. Andere Chirurgen beobachteten noch weit größere Höhlen. So berichtet GOLDAMMER über zwei Fälle, wo ein Aneurysma arteriale der A. femoralis zu einer riesigen Schwellung von der Leiste bis zur Wade geführt hatte. In dem einen Falle betrug der Umfang des verletzten Oberschenkels das Fünffache des gesunden. Die Schwellung hatte 5 Tage nach der Verwundung begonnen, anfangs sehr langsam, dann immer schneller zugenommen und in 4 Wochen ihre riesige Ausdehnung erreicht. Bei der Operation zeigte es sich, daß ein Aneurysma der A. femoralis vorlag.

Es waren nicht nur Verletzungen der großen Arterien, die so mächtige Höhlen erzeugt hatten. So hatte unter unseren Fällen eine Verletzung der A. ulnaris, hart an ihrem Abgang von der A. cubitalis, eine Höhle unter den Beugemuskeln gebildet, die vom Ellbogengelenk bis fast zum Handgelenk reichte. Die Vorderarmknochen waren auf der Beugeseite vom Periost entblößt, die Membrana interossea war durchbrochen, und auf der Rückseite des Vorderarmes lag zwischen den Muskeln eine zweite große Höhle. Das Ellbogengelenk und die Finger standen infolge des Druckes des Blutgerinnsels in Beugekontraktur. Ganz gewaltige Höhlen, teils im Becken, teils unter der Muskulatur der Hinterbacke und des Oberschenkels, hatten auch eine Verletzung der A. glutea superior zur Folge.

Die arteriellen Aneurysmen waren viel größer als die arteriovenösen und hatten auch meist zu größeren Beschwerden (Beugekontrakturen, Muskelatrophien, Schmerzen, Paresen, Parästhesien, Ödemen usw.) geführt.

Es ist allgemein beobachtet worden, daß die größten arteriellen Aneurysmen seitlichen Löchern der Arterien ihre Entstehung verdanken. Man nimmt an, daß bei völligem Abschuß der Arterie die Blutstillung leichter erfolgt, weil die Enden sich zurückziehen können. Vielleicht aber erklärt sich dieses Verhalten noch so, daß bei ganz abgeschossener Arterie der Mensch sich leichter verblutet und es deshalb nicht zur Entwicklung eines Aneurysmas kommt.

Die Gefäßlöcher, die wir bei den arteriellen Aneurysmen fanden, hatten sehr verschiedene Größe. Bei einem Teil fanden sich nur einfache Schlitzte in der Arterie, die, abgesehen davon, daß die Intima sich meist nach außen umgekrempelt hatte und dort festgeheilt war, aussahen, als seien sie mit dem Messer geschnitten. Diese Schlitzte waren 2 mm bis 2 cm lang. In den meisten Fällen aber waren in der Arterienwand Lücken von jeglicher Form vorhanden. Selten beobachteten wir solche, die aussahen, als wären sie mit einem Locheisen ausgestanzt, entsprechend dem Kaliber des verursachenden Infanteriegeschosses, gewöhnlich handelte es sich um Längslücken, da die Elastizität des Gefäßes auch den ursprünglich runden Substanzverlust in einen länglichen ausgezogen hatte. Bei vielen Arterien war nur noch eine Seite oder ein Teil einer Seite erhalten. Die fehlenden Stücke in der Arterienwand hatten oft 3 cm Länge; in wieder anderen Fällen war die Arterie vollständig abgeschossen, so daß ihre Enden weit auseinandergewichen waren. Merkwürdigerweise waren nur in ganz wenigen dieser Fälle reiner Arterienverletzungen Thrombosen eingetreten, meist bestand noch eine Blutzirkulation von einem Ende zum andern durch die Bluthöhle hindurch.

Häufig waren die Arterien durchschossen, sie zeigten zwei gegenüberliegende Schlitzte ohne größere Zerstörung der Wand. Daß im Verhältnis zum Geschoß so dünne Arterien, wie die *A. brachialis* und *A. poplitea* (dies waren die schwächsten Arterien, an denen wir Durchschüsse beobachteten), so mit Erhaltung des Zusammenhanges durchschossen werden können, erklärt sich aus der Elastizität ihrer Wand. Allein an der *A. femoralis* habe ich derartige Durchschüsse 8mal beobachtet. Sie hatten meist zu zwei Aneurysmen geführt, entweder zu zwei arteriellen oder zu einem arteriellen und einem arteriovenösen. Diese sonderbaren Durchschüsse der Arterien waren schon vor dem letzten Kriege bekannt. Man hatte sie bei Schußversuchen und im Balkankriege beobachtet.

Unter den arteriovenösen Aneurysmen kam am häufigsten die arteriovenöse Fistel, mit mehr oder weniger bedeutender Erweiterung der Vene, und der *Varix aneurysmaticus*, selten das *Aneurysma varicosum* vor. Von den letzteren habe ich nur vier ausgebildete und mit einer ganz glatten Haut ausgekleidete Höhlen gesehen, die flüssiges Blut enthielten. Alle vier Aneurysmen bestanden schon längere Zeit.

Häufiger beobachteten wir schwirrende arteriovenöse Aneurysmen mit großem Sack, der voll von Gerinnseln war, nach deren Ausräumung ein heftiger arterieller Blutstrom erschien und wo auch die Präparation beider Gefäße an der arteriovenösen Verbindung keinen Zweifel aufkommen ließ. Hier handelte es sich um Fälle, die später nach der Hautbildung im Sack ebenfalls zum klassischen *Aneurysma varicosum* geworden wären, wo auf der einen Seite das Arterien-, auf der anderen Seite das Venenloch in einen Zwischensack mündet.

Sonst liegt es in der Natur der Sache, daß die arteriovenösen Aneurysmen klein sind, weit kleiner als die arteriellen, und in der Regel nur flüssiges Blut und kein Gerinnsel von Bedeutung enthalten.

Hier will ich noch eine eigentümliche Form des arteriovenösen Aneurysmas schildern, die ich zweimal an den *Vasa femoralia* beobachtet habe und die früher noch nicht beschrieben war. Beide Male war die *A. femoralis* abgeschossen, ihre Enden standen weit auseinander, das periphere Ende war thrombosiert, das zentrale Ende stand einerseits mit einer großen Bluthöhle, andererseits mit der



V. femoralis in offener Verbindung. Lautes Schwirren ließ schon vor der Operation die arteriovenöse Verbindung mit Sicherheit erkennen. In beiden Fällen konnte man an dem zentralen Ende größere Nebenäste herauspräparieren, die zeigten, daß der Kollateralkreislauf trotz des Abflusses des Arterienblutes in die Vene sehr gut ausgebildet war.

Diese Befunde beweisen, daß auch beim Menschen das Schwirren gänzlich unabhängig ist von dem peripheren Arterienende, was FRANZ schon lange Zeit vor diesem Kriege im Tierversuche gezeigt hatte. Legte er hier eine arteriovenöse Fistel an und unterband peripherwärts von derselben die Arterie, oder auch die Vene, so ändert der Eingriff nichts an den Geräuschen.

Die Aneurysmen waren zum weitaus größeren Teil durch Infanteriegeschosse, zum kleineren durch Granatsplitter und Schrapnellkugeln hervorgebracht. Diese Beobachtung ist allgemein gemacht und ihre Erklärung ist bekannt. Ein Aneurysma durch stumpfe Gewalt beobachteten wir nur an der A. temporalis, ferner einen Exophthalmus pulsans bei einem Soldaten mit chronischer Nephritis, bei dem keine äußere Gewalteinwirkung stattgefunden hatte, und wo bloß die Anstrengungen des Krieges in Verbindung mit dem zur Krankheit gehörenden hohen Blutdrucke die arteriovenöse Fistel zwischen A. carotis interna und Sinus cavernosus hervorgebracht hatten. Diese wahren Aneurysmen sind im Kriege so selten und von so geringer Bedeutung, daß sie nur diese kurze Erwähnung finden sollen.

Das arterielle Aneurysma wächst in der Regel, und zwar teils ganz allmählich, teils schubweise. Im ersteren Falle macht es zunehmende Druckerscheinungen auf die Nerven, die es zur Lähmung, auf die Muskeln, die es zum Absterben, auf die Knochen und die Haut, die es zum allmählichen Schwund bringt. Dadurch führt es schließlich zum Durchbruch und zur gefährlichen Blutung nach außen oder nach innen in große Körperhöhlen. Das schubweise Wachsen kündigt sich gewöhnlich an durch plötzliches Auftreten einer größeren Geschwulst, durch heftige Schmerzen, häufig durch Fieber, und, wenn eine große Blutung nach innen oder nach außen erfolgt, durch die mehr oder weniger ausgesprochenen Erscheinungen des Blutverlustes.

In anderen Fällen bleibt die arterielle Arterienverletzung lange Zeit, wochen- und monatelang verborgen, bis ganz plötzlich und unverkennbar das Aneurysma erscheint.

In wieder anderen Fällen machen Gefäßverletzungen bzw. kleine Aneurysmen zunächst überhaupt keine Erscheinungen, die Verletzungen machen den Eindruck harmloser Weichteilwunden, Ein- und Ausschuß verheilen, die Träger werden zur Dienstleistung entlassen, bis allmählich oder plötzlich heftige Beschwerden eintreten, die das Leiden klarmachen. Meistens handelt es sich hier um arterielle, nicht selten aber auch um arteriovenöse Aneurysmen.

Dies Verhalten ist so gewöhnlich und allgemein bekannt, daß man keine Beispiele dafür anzuführen braucht. Weniger bekannt ist das lange Verborgenbleiben und dann plötzliche, oder das schubweise Anwachsen von arteriovenösen Aneurysmen. Ich will deshalb für beides ein Beispiel anführen:

7. Fall. Ein 39jähriger Offizier wurde am 26. 10. 14 durch Granatsplitter am Becken verwundet. Der Verlauf des Schußkanals und ungeheure blutige Verfärbung am Rücken und am Gesäß deutete auf eine Verletzung der A. glutea superior. Der Verletzte wurde am 1. 11. 14 aufgenommen. Ich fahndete an drei aufeinanderfolgenden Tagen nach dem Aneurysma, auch vom Mastdarm aus. Ich nahm an, daß die Gefäßverletzung von selbst geheilt sei, und entließ den Mann nach Hause mit dem Rat, strenge Bettruhe einzuhalten und wiederzukommen, falls sich sein Leiden verschlimmere. Am 1. 12. 14 kehrte er zurück mit einem gewaltigen Aneurysma arteriovenosum der A. glutea superior, das alle charakteristischen Erscheinungen dieses Leidens bot. Die Verletzung der Gefäße lag, wie ich bei der Operation nachweisen konnte, in ihrem Beckenteile, ihre Löcher mündeten in einem Blutsack von fast Kindskopfgröße, der sowohl vom Mastdarm als von außen, wohin er sich durch das Foramen ischiadicum unter der Gesäßmuskulatur entwickelt hatte,

fühlbar war und laut schwirrte. Der Fall gehört zu den besprochenen arteriovenösen Aneurysmen, die schließlich, nach erfolgter Sackbildung, zu Aneurysmata varicosa werden.

Folgender Fall möge als Beispiel ziemlich plötzlichen ungeheuren Wachstums eines arteriovenösen Aneurysma gelten:

8. Fall. Ein Soldat, W. M., wurde am 7. 10. 14 durch einen Granatsplitter an der rechten Halsseite verwundet. 2 fingerbreit oberhalb des Schlüsselbeines saß der Einschuß, Ausschuß fehlte. Der Kranke litt an Schwirren im Kopf und rechtsseitigem Kopfschmerz. Im Lazarett wurde ein taubeneigroßes Aneurysma oberhalb des rechten Schlüsselbeines entdeckt, das mit Druckverbänden behandelt wurde, und das sich bis zum April 1915 ziemlich gleich blieb. Die Beschwerden waren erträglich. Damals wurde von einem Chirurgen der Versuch einer Operation gemacht. Diese wurde als aussichtslos aufgegeben. Bald nach der Operation stellte sich eine schnell zunehmende Schwellung der rechten Halsseite ein.

Am 4. 7. 17 machte ich folgenden Befund: An der rechten Halsseite sitzt eine annähernd mannskopfgröße, deutlich pulsierende Geschwulst. Über ihr sieht man die daumen- bis doppel-daumendicke, stark geschlängelte Vena jugularis externa verlaufen. Zahlreiche andere Hautvenen

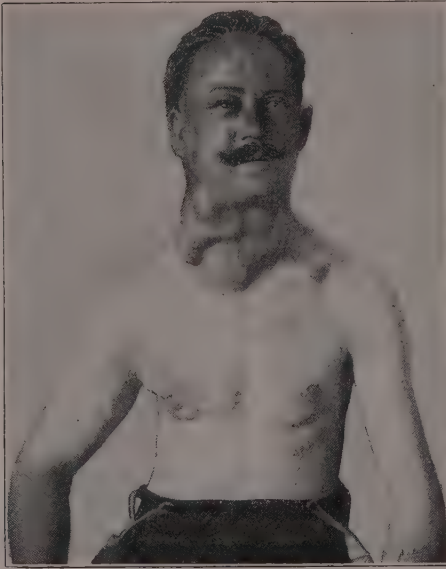


Abb. 265.

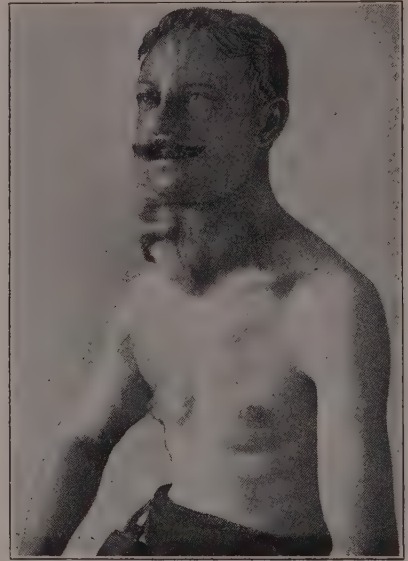


Abb. 266.

sind kleinfingerdick ausgedehnt. Diese Ausdehnung der Hautvenen setzt sich auf die ganze rechte Gesichts- und Schädelhälfte, auf die Stirn und teilweise auch auf die linke Seite fort. Gesicht und Hals sind stark gedunsen und dunkel blaurot verfärbt. Der rechte Arm, die rechte Seite des Rückens bis zur 10. Rippe hinunter und die rechte Brustseite bis zur entsprechenden Höhe sind immer noch tief blaurot, wenn auch im weit geringeren Grade als das Gesicht, verfärbt und geschwollen, von zahlreichen erweiterten Venen durchsetzt und fühlen sich wie ein weichelastisches Polster an. Der Puls an der rechten A. radialis fehlt, an der A. temporalis ist er deutlich zu fühlen.

Über der Geschwulst am Halse hört und fühlt man starkes ununterbrochenes Schwirren, es wird über einen großen Teil der rechten Brust- und Rückenseite fortgeleitet, am Kopfe und über dem Herzen fehlt es.

Über dem rechten Schlüsselbein befindet sich eine etwa 20 cm lange Operationsnarbe, in diesem Knochen eine reichlich fingerbreite Lücke.

Der Verletzte klagt über heftige Kopfschmerzen, unerträgliches Brausen und Schwirren im Kopfe, das ihm den Schlaf raubt, Schwindel beim Bücken und Nachuntensehen, Schwere und leichte Ermüdbarkeit im rechten Arm und Fingerkrampf beim Schreiben. Er ist völlig arbeitsunfähig und führt ein trostloses Leben der ständigen Pein.

Die beistehenden Photographien (Abb. 265—267) geben nur ein schwaches Bild der tatsächlichen Verhältnisse.



Bei der Trostlosigkeit des Leidens schlug ich dem Manne vor, sich von mir den Versuch der Operation wiederholen zu lassen. Als ich ihm die große, damit verbundene Lebensgefahr schilderte, verzichtete er darauf.

Das plötzliche Entstehen und das schubweise Wachsen des arteriellen Aneurysmas dürfte verschiedene Ursachen haben, vermehrter Blutdruck durch Zunahme der Blutmenge des ausgebluteten Verwundeten oder vorübergehende Steigerung desselben durch Husten, Niesen, Stuhlpresen, seelische Erregungen, Nahrungsaufnahme, Fieber usw. Alle diese Ursachen treten aber völlig in den Hintergrund gegenüber der Lösung des die Gefäßverletzung verstopfenden oder wenigstens schützenden Gerinnsels. Die Hauptursache dieser Lösung ist bekanntlich die Infektion. Doch glaube ich nicht, daß diese als die alleinige Ursache anzusehen ist. Ich beobachtete Fälle, bei denen das Mitwirken von Bakterien ausgeschlossen war.

Weit häufiger noch sieht man bei bestehenden Aneurysmen heftige, nicht bakterielle Entzündungen mit plötzlichem Wachstum auftreten, wofür ich zwei Beispiele anführe, die zweifellos ohne Infektion sich entwickelten.

9. Fall. Ein 23jähriger Soldat wurde am 14. 10. 18 an der rechten Halsseite durch Granatsplitter verwundet. Er blutete stark, die Wunde heilte schnell. Der Verletzte hatte keine Beschwerden, obwohl sich eine pulsierende Geschwulst über dem vernarbten Einschusse gebildet hatte, er wurde nach Hause beurlaubt. Am 20. 11. bekam er plötzlich heftige weithin ausstrahlende Schmerzen, die Geschwulst wuchs zusehends. Am 3. 12. wurden die Schmerzen unter erneutem plötzlichem Wachstum der Geschwulst unerträglich, der Mann war schlaflos, erstönte und jammerte laut, trotz Morphiumverabreichung. Er wurde deshalb in unsere Klinik eingeliefert.

Die rechte Halsseite war vollkommen eingenommen von einer faustgroßen kugeligen Geschwulst, die nach hinten bis zum Nacken, nach vorn bis zur Mittellinie des Halses, nach unten bis zum Schlüsselbein, nach oben bis zum Kieferwinkel reichte. Die deckende Haut war heftig entzündet, gerötet, gespannt und äußerst druckempfindlich. Die ganze rechte Gesichtshälfte war ödematös geschwollen. Die Geschwulst pulsiert ganz schwach. Über den auskultatorischen Befund waren die Meinungen verschiedener Untersucher geteilt. Die einen hörten ein fernklingendes, systolisch verstärktes Rauschen, die anderen, wozu auch ich zählte, gar nichts. Der Kopf war stark nach rechts geneigt und stand fest in dieser Stellung. Alle Bewegungen waren aufgehoben. Es handelte sich hier um einen der bekannten Fälle, die der Unkundige für heiße Abszesse hält, selbst dann, wenn, wie hier, kein Fieber vorhanden ist.

Ich sicherte unter großen Schwierigkeiten, die in den schweren entzündlichen Veränderungen der Gewebe lagen, die Carotis communis dicht oberhalb des Schlüsselbeines durch eine Fadenschlinge. Von der üblichen peripheren Sicherung sah ich ab, da man das Gefäß oder besser die Gefäße, A. carotis interna und externa, in den entzündeten Geweben, nahe am Aneurysma, nur unter den größten Schwierigkeiten gefunden hätte. Eine Präparation des Aneurysmasackes war in den entzündeten Geweben nicht möglich. Deshalb wurde unter Anziehen des Sicherungsfadens der Sack eröffnet, die teilweise erweichten Gerinnsel wurden schnell entfernt, und ein großes seitliches Loch in der A. carotis externa, aus dem es heftig blutete, wurde durch Fingerdruck geschlossen. Die Naht dieses Loches scheiterte an der Brüchigkeit der Wand, denn so wie an einer längere Zeit akut entzündeten Haut die Nähte durchschneiden, so schneiden sie erst recht an der akut entzündeten Gefäßwand durch. Deshalb wurde die Ader oberhalb und unterhalb des Loches unterbunden und dazwischen durchtrennt. Bis auf einen in die Höhle geführten schmalen Gazestreifen wurde die Wunde dicht vernäht. Sie heilte p. p. i. Die höchste Temperatur nach der Operation betrug 37,6.

10. Fall. Ein 23jähriger Soldat wurde am 25. 8. 17 durch Granatsplitter am linken Bein verletzt. Die Wunde heilte, und der Mann brauchte das Glied ohne wesentliche Beschwerden. Am

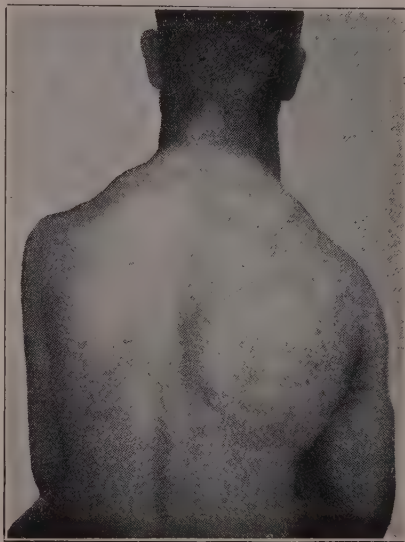


Abb. 267.



Bei der Aufnahme in die Klinik fand sich folgendes:

Das Kniegelenk stand in starker Beugekontraktur, der Fuß in der Spitzfußstellung. In der Kniekehle befand sich eine reichlich faustgroße, lebhaft pulsierende Geschwulst. Die Haut über ihr war stark gerötet und ödematös. Ebenso war der ganze Unterschenkel geschwollen. Die Gegend der Geschwulst war auf Druck sehr empfindlich. Die Temperatur leicht (bis  $38,2^{\circ}$  bei Achselmessung). Bei der Spaltung des Aneurysmas unterhalb des Kniees kam ein mit einer weißglänzenden Haut ausgekleideten Sack. Nur die Sackwand. Hier wurde die Höhle begrenzt durch die gänzlich vom Periost befreite Wand des Schienbeines und von der Kniegelenkscapsel. In der Arterie fand sich ein ungefüßtes Fesseldrän, der durch seitliche Naht geschlossen wurde. Die äußere Wunde wurde mit einem geführten Fesseldrän, das nach 24 Stunden entfernt wurde, dicht geschlossen. Der Verlauf nach der Operation normal. Beim ersten Verbandwechsel am 4. Tage war alles verheilt.

Es scheint, daß diese ganz aseptischen Aneurysmen plötzlich und schubweise sich entwickeln können, den Erscheinungen der allerheftigsten akuten Entzündung. Im ersten Falle bestand kein, im zweiten Falle geringes Fieber. Ich führte in die Wunde ein Dränrohr, das zweites Mal ein Dränrohr lediglich mit Rücksicht auf die Gefahr der Eiterung, man hätte sie wahrscheinlich auch ohne diese Hilfsmittel durchheilen können. Der Wundverlauf bewies, daß von Bakterieninfektion keine Rede war. Es geschah höchst wahrscheinlich, daß auch andere Gründe als die Infektion die Lösung des Thrombus nachträglich lösen können, und sicher, daß die Thrombosen nach Verletzungen an Aneurysmen ohne Bakterieneinfluß entstehen können, was wir von der Phlebitis bei Varizen schon wissen.

Ein solches, durch fortwährendes Wachstum mit heftigen Entzündungserscheinungen behaftetes Aneurysma der A. poplitea eines 20jährigen Mannes. Die Geschwulst, eine hühnereigroße Wadengeschwulst, die deutlich pulsierte, war die Haut über ihr sehr ödematös. Das Knie stand in Beugekontraktur. Der Kranke war zwischen  $38^{\circ}$  und  $39^{\circ}$ . Die Schmerzen waren unerträglich, trotz hoher Morphinabgabe. Bei dem fortwährenden Wachstum war wohl der hohe Blutdruck bei einem Mitralklappenfehler (Mitralklappeninsuffizienz) schuld. Denn das „wahre“ Aneurysma hatte eine hühnereigroße Stelle, unmittelbar an der Arterie, eine Sackwand, die von Knochen und Wadenmuskulatur umgrenzt. Infolge des hohen Blutdruckes war die Wand des Sackes des ursprünglichen Aneurysmas geborsten.

Bei der Operation fand ich, große, an den Knochen grenzende Aneurysmen das Periost ganz frei, so daß man die Höhlen von dem nackten Knochen begrenzt sein sah. Ich habe es nicht mehr gesehen. Das Periost muß gänzlich aufgelöst werden, denn es ist nicht leicht, sich nicht davon. Das ist ja auch nicht zu verwundern, da selbst die Knochen von Aneurysmen zerstört werden.

Bei den Knieaneurysmen, und zwar besonders die arteriellen, in der Regel mit großer Spannung, so können sie andererseits auch schrumpfen und schließlich verschwinden. Das letzte ist gleichbedeutend mit der Selbstheilung. Verkleinerung, Schrumpfung und Selbstheilung kommen nun bemerkenswerterweise selbst bei Aneurysmen der großen Arterien vor. Ich führe drei Beispiele an:

Fall. Ein 34jähriger Soldat wurde am 28. 10. 14 durch Schrapnellkugel am rechten Oberschenkel verletzt. Er litt sehr stark. Es entwickelte sich ein Aneurysma der A. femoralis, das unterhalb des Leistenbandes in Form einer reichlich hühnereigroßen, stark pulsierenden Geschwulst.  $3\frac{1}{2}$  Jahre nach der Verletzung hörte die Pulsation auf und die Geschwulst wurde sehr klein. Am 30. 10. 19 fand ich: Unterhalb des rechten Leistenbandes liegt, unter der Haut entsprechend, eine daumendicke, steinharte Geschwulst. Sie pulsiert weder, noch ist sie beweglich. Der Puls der A. dorsalis pedis und tibialis postica ist nicht verändert. Vorhergehenden sei die Arterie thrombosiert. Sonstige objektive Veränderungen finden sich nicht. Der Mann klagt über Kältegefühl und zeitweiliges Reißen und Ziehen

12. Fall. Ein Soldat wurde am 9. 6. 16 durch Infanteriegeschöß in der rechten Schlüsselbein-  
gegend verletzt (Durchschuß). Es bildete sich ein hühnereigroßes, stark pulsierendes Aneurysma  
oberhalb des Schlüsselbeines, das sich allmählich besserte. Am 1. 3. 17 fand ich oberhalb des  
Schlüsselbeines einen walnußgroßen, sehr harten Knoten, der nicht mehr pulsierte und über dem keine  
Geräusche zu hören waren. Der Puls der peripheren Arterien war fühlbar, außer einer sich ständig  
bessernden Parese des Armes hatte der Mann keine Beschwerden.

13. Fall. Ein 29-jähriger Soldat wurde am 10. 11. 14 durch Infanteriegeschöß oberhalb des  
Schlüsselbeines verwundet. Am 22. 1. 15 wurde er mir zur Operation geschickt. Ich fand ein walnuß-  
großes, arterielles Aneurysma der A. subclavia oberhalb des Schlüsselbeines, das sich hart  
anfühlte und wenig pulsierte und dessen Größe bei verschiedenen Untersuchungen wechselte. Ich  
riet von einer Operation ab. Bei der Nachuntersuchung, am 18. 2. 20, war das Aneurysma spurlos  
verschwunden.

Ich erinnere mich ferner genau eines arteriellen Aneurysmas der A. carotis  
communis, das sich ganz ähnlich verhielt und schließlich spurlos verschwand. Über  
diesen Fall habe ich keine Aufzeichnungen.

Bei einem anderen Falle, der nach der Operation eines Aneurysmas der A. verte-  
bralis zugrunde ging, fanden sich zwei haselnußgroße, durch derbe Gerinnsel  
völlig verödete, also praktisch genommen, verheilte Aneurysmensäcke der A. carotis  
communis, daneben eine feste, alte Thrombose dieser Ader. Die Verletzung (Durch-  
schuß mit Infanteriegeschöß) lag über 5 Monate zurück.

Sehr auffallend ist folgender Fall von sehr großem Aneurysma der A. iliaca  
communis:

14. Fall. Ein 32-jähriger Soldat wurde am 26. 10. 14 durch ein russisches Infanteriegeschöß  
in der linken Beckengegend verwundet. Anfangs blutete die Wunde stark. Der Mann wurde schon am  
28. 10. 69 km weit mit gewöhnlichem Bauernwagen auf schlechten Wegen befördert und stark durch-  
geschüttelt. Die Wunde heilte glatt. Der Mann stand auf und ging umher, mußte sich aber 2 Wochen  
nach der Verletzung einige Tage legen, weil das linke Bein stark anschwell und schmerzte. Dann  
wurde er bis zum 31. 5. 15 mit Bädern, Massage und körperlichen Übungen (!) behandelt. Darauf  
wurde er unserer Klinik überwiesen. Es fand sich ein großes Aneurysma der A. iliaca com-  
munis, das die ganze linke Darmbeingrube ausfüllte. Der Oberschenkel war erheblich, der Unter-  
schenkel nicht geschwollen.

Am 1. 7. 15 legte mein Vertreter das etwa mannskopfgroße Aneurysma transperitoneal frei.  
Es wurde festgestellt, daß es der linken A. iliaca communis angehörte, nach oben bis an die  
Aorta und nach rechts bis über die Mittellinie reichte. Es wurde als inoperabel angesehen und die  
Wunde geschlossen.

Bei der Nachuntersuchung am 11. 2. 20 fand ich: Das Aneurysma besteht noch in etwa alter  
Größe, vielleicht hat es sich etwas verkleinert. Es pulsiert nur gering, man hört über ihm ein lautes  
systolisches Blasen. Es fühlt sich hart an. Der Operateur stellte fest, daß es gegen früher viel weniger  
pulsierte, härter und mindestens nicht größer geworden war als zur Zeit der Operation.

Es besteht eine erhebliche venöse Stauung im Bein, die Folge davon waren jetzt abgeheilte  
kleine Beingeschwüre, zahlreiche Blutungen in die Haut des Unterschenkels, Varizen der Vena  
saphena magna, der Bauchhaut und der Schenkelbeuge.

Der Verletzte hinkt stark auf dem linken Bein: er hat tagelang so heftige Schmerzen, daß er  
nur schlecht gehen kann, im übrigen aber tut er seine volle Arbeit in einer Gießerei, ebenso wie seine  
Kollegen. Er trägt das linke Bein gewickelt.

Es ist sehr bemerkenswert, daß ein so gewaltiges Aneurysma einer der größten  
Arterien sich im Laufe von 5½ Jahren mindestens nicht verschlimmert, eher ge-  
bessert hat. Es kommt hinzu, daß dieses Aneurysma nach vorn hin nur von Faszie  
und Bauchfell gedeckt ist, so daß man annehmen sollte, es würde schrankenlos nach  
dem Bauche hin wachsen. Hätte man hier, wie das bei inoperablen Aneurysmen emp-  
fohlen ist, ein Stück Faszie zur Verstärkung der Wand des Sackes transplantiert, so  
würde man zweifellos den günstigen Verlauf dieser Maßnahme zugeschrieben haben.

Die Diagnose der Aneurysmen ist, wenn ihre klassischen Zeichen vorhanden  
sind, sehr leicht. An erster Stelle steht das berühmte v. WAHLSche Zeichen,  
das meist ausschlaggebend für die Diagnose ist: Unterbrochenes blasendes Geräusch



beim arteriellen, ununterbrochenes schwirrendes, zuweilen auch sausendes Geräusch beim arteriovenösen Aneurysma. Dies Schwirren beim letzteren wird systolisch verstärkt, man hörte es weithin über das Venensystem; wir nahmen es bei einem arteriovenösen Aneurysma der A. femoralis nach oben hin bis zum Herzen, nach unten bis in die Vasa tibialia hin wahr. Zuweilen pulsieren auch die Venen weithin. So beobachteten wir bei einem arteriovenösen Aneurysma der Vasa brachialia starke Pulsation bis in die Halsvenen hinein.

Häufig wird das schwirrende Geräusch auch weit durch die Knochen fortgeleitet. So hört man das Schwirren eines arteriovenösen Aneurysmas der Vasa femoralia, wenn man das Hörrohr auf das Schienbein aufsetzt.

Alle Geräusche und die Pulsation verschwinden, wenn man die Arterie zentral vom Aneurysma zudrückt.

Im Vordergrund steht ferner das Vorhandensein einer meist pulsierenden Geschwulst, besonders beim arteriellen Aneurysma bzw. seinem ersten Anfange, dem sogenannten pulsierenden Hämatom.

Die übrigen Zeichen des Aneurysmas, besonders die bekannten Veränderungen des Pulses der peripheren Arterien sind unsicher.

Es ist seit langem bekannt, daß beim arteriellen Aneurysma sehr häufig Geräusche und Pulsation fehlen, teils, weil Gerinnselbildung oder starke Spannung der deckenden Weichteile sie nicht aufkommen lassen, teils, weil, wie ich schon ausführlich schilderte, die eigentliche Aneurysmabildung bei den frischen Gefäßverletzungen noch fehlt, sich unmerkbar vorbereitet und erst nach langer Zeit erscheint.

Den nicht pulsierenden und geräuschlosen Aneurysmen (Hämatomen) hat KÜTTNER den Namen „stille“ beigelegt, während er sie beim Vorhandensein jener Zeichen „belebt“ nennt.

Ebenso ist seit langem bekannt, daß es auch „stille“ arteriovenöse Aneurysmen gibt.

Dagegen hielt man bis zu diesem Kriege das Vorhandensein des v. WAHLSchen Zeichens und insbesondere das Schwirren des arteriovenösen Aneurysmas für ein durchaus sicheres Symptom. Die Erfahrungen dieses Krieges haben indessen gezeigt, daß dies keineswegs zutrifft, und somit die Geltung des v. WAHLSchen Zeichens eine erhebliche Einschränkung zu erfahren hat. Da es sich hier um eine ganz neue und wichtige Beobachtung handelt, über deren Deutung noch keineswegs Einigkeit besteht, so wollen wir, getreu unserem Vorsatze, das Neue, was uns dieser Krieg gebracht hat, dem Bekannten gegenüber in den Vordergrund treten zu lassen, etwas länger dabei verweilen.

Es waren besonders Operationen, die uns die neuen Erfahrungen brachten. Wenn ähnliche Beobachtungen auch schon früher gemacht waren, so führte doch erst KAUSCHS Befund und Mitteilung auf den richtigen Weg. KAUSCH schloß aus Schwirren, lautem, systolischen Sausen und pulsatorischer Hebung über den Schenkelgefäßen, daß ein arteriovenöses Aneurysma vorliege. Er legte Arterie und Vena femoralis frei. „Das Schwirren wurde mit jedem Schnitt, der die Gewebe durchtrennte, geringer.“ An der Arterie fand sich in  $\frac{1}{2}$  cm Ausdehnung eine spindelförmige Verschmälerung. KAUSCHS Beobachtung folgten bald andere. So fand KÜTTNER nach einer Schußverletzung des Oberschenkels, die zu einem mit Verkürzung geheilten Knochenbruche geführt hatte, ein deutlich schwirrendes Geräusch. Er legte die A. femoralis frei und fand sie stark geschlängelt. „Sie liegt wie eine Schlange im Operationsfelde und wird durch den Pulsstoß hin und her geschleudert.“ In einem anderen Falle von starkem Schwirren war die A. femoralis etwas erweitert, mit der Narbe des Schußkanals fest verbunden und schwer aus ihrer Scheide zu lösen.

Zwei ganz ähnliche Beobachtungen machte ENDERLEN. Die schwirrenden Arterien waren in dicke Schwarten eingemauert. Nach Spaltung derselben hörte das Geräusch auf, kehrte aber nach Schluß der Wunde wieder.



HARTUNG wies als Ursache eines deutlichen Schwirrens über den Schlüsselbein-gefäßen schnürende Narbenstränge nach, die Arterien und Venen einengten. Nach ihrer Durchtrennung verschwand das Schwirren.

FLESCH beobachtete Gefäßschwirren bei einem Streifschuß der A. femoralis. Bei der Operation fand er kein Aneurysma. Er nahm an, daß nur eine Verletzung der Intima und Media erfolgt und ein Aneurysma zwischen innerer und äußerer Wand der Arterie entstanden sei.

ZONDECK teilt einen Fall von Gefäßschwirren über den Schlüsselbein-gefäßen mit, bei dem durch die Operation nachgewiesen wurde, daß die Gefäße unverletzt waren und nur durch starke Kallusmassen des zerschossenen Schlüsselbeines zusammenge-  
drückt waren, denn nach Beseitigung des Kallus verschwand das Geräusch.

SICK beobachtete bei einer frischen Verletzung Schwirren über den Gefäßen der Kniekehle, das durch den Druck des Hämatoms hervorgerufen war.

STRECKER berichtet folgenden Fall: Über der A. femoralis war ein sausend-  
schwirrendes, systolisch sich verstärkendes Geräusch vorhanden. Daraufhin wurde die Diagnose Aneurysma gestellt. Bei der Sektion fand sich: Verstopfung der A. femoralis, unterhalb der Verstopfung normale Weite, darunter wieder Einengung durch Wandverdickung. Es lag Dysbasia angiosclerotica vor.

Sehr häufig fand man nach der anscheinend erfolgreichen Operation von Aneurysmen teils sausende, teils schwirrende Gefäßgeräusche. Vor allem hat v. HABERER auf diese Erscheinung hingewiesen und einige Fälle mitgeteilt. Es handelte sich besonders um ausgedehnte Freilegung von Arterien. In solchen Fällen dachte man anfangs an Rezidive. Ich selbst habe schon zu Anfang des Krieges einen solchen Fall irrtümlich als Rezidiv beschrieben. Später habe ich noch mehrere solche Fälle gesehen.

Sehr lehrreich sind die Fälle, wo man sofort nach fertiggestellter Naht einer Arterie mit dem lose aufgelegten Finger ein lautes Schwirren fühlt. Ich beobachtete das zweimal. Einmal nach einer seitlichen Naht an der A. carotis communis bei arteriovenösem Aneurysma — hierbei konnte ich bei einer Nachuntersuchung 5 Monate nach der Operation das Schwirren noch mit dem Hörrohr nachweisen, und der Mann hörte es selbst bei Nacht und in stiller Umgebung — das zweite Mal an einer A. poplitea, wo ich bei einem Durchschuß die beiden seitlichen Löcher zugenäht hatte. Hier war das Schwirren nach Heilung der Wunde nicht mit dem Hörrohr wahrzunehmen, obwohl der volle Puls der A. tibialis postica bewies, daß nicht etwa eine Thrombose der A. poplitea durch die Naht verursacht war. Beide Fälle waren glatt geheilt.

Alle die genannten Beobachtungen und noch andere, die ich nicht aufgeführt habe, sind vollständig einwandfrei. Bei anderen Fällen kann der Einwand gemacht werden, daß man das wirklich bestehende Aneurysma an einer falschen Stelle gesucht, und deshalb nicht gefunden habe. Solche Fälle sind in der Tat mehrfach, auch von mir, beobachtet worden, sie können aber die Tatsache, daß schwirrende Geräusche, auch ohne Vorhandensein eines Aneurysmas, über Gefäßen nicht selten gehört werden, nicht erschüttern. Wir können deshalb die alte Lehre über die Ursache der Geräusche, die man an Aneurysmen wahrnimmt, nicht mehr anerkennen.

Ich beschrieb schon ganz im Anfange des Krieges einen Fall — den ersten von Kriegsaneurysma, den ich überhaupt operierte —, wo nach seitlicher Naht der A. femoralis bei einem arteriellen Aneurysma monatelang nach der Operation lautes Schwirren über der Operationsstelle zu hören war, wobei der Operierte nicht die geringsten Beschwerden hatte. Ich erklärte den Fall damals so, daß ich bei einem Durchschuß der Arterie das zweite Aneurysma übersehen hätte. Nach den geschilderten Beobachtungen ist es klar, daß ich mich getäuscht habe, und daß hier ebenfalls ein Fall von arteriellem Schwirren nach der Naht vorgelegen hat.

Es ist selbstverständlich, daß ein so hervorstechendes Zeichen, wie das fühl- und hörbare Schwirren, schon früh die Aufmerksamkeit der Ärzte auf sich zog. SCARPA,

SCHUH, BILLROTH, MORIZ, Th. WEBER u. a. haben sich damit beschäftigt. Auf die experimentellen Ergebnisse dieser Zeit gründete v. BRAMANN seine Theorie, daß das Schwirren ein Flüssigkeitsgeräusch sei. Infolge des Ausflusses des arteriellen Blutes aus einer engen Öffnung in die viel weitere Vene sollten Schwingungen und Wirbel des Blutes entstehen, verstärkt durch den Zusammenstoß mit dem in entgegengesetzter Richtung strömenden Venenblute und durch den Druckunterschied, mit dem das arterielle Blut in die Vene fließt.

v. BRAMANN'S Erklärung hat bis in die neueste Zeit zahlreiche Anhänger, obwohl schon fast 10 Jahre vor dem Kriege FRANZ durch sorgfältige Tierexperimente, unter Heranziehung der Versuche CHAUVEAUS, v. BRAMANN'S Theorie ganz wesentlich umgestaltet hat. FRANZ kommt zu dem Schlusse, daß das Gefäßgeräusch nicht durch das Zusammenprallen des arteriellen und venösen Blutes entsteht, sondern durch die Möglichkeit des freien Abflusses des arteriellen Blutes in die Vene bedingt sei.

In jüngster Zeit hat mein Assistent A. ISRAEL auf dem von FRANZ vorbereiteten Boden weiter geforscht und die Entstehung des Geräusches wohl restlos aufgeklärt. Nach seinen Untersuchungen gelten für das Zustandekommen des über dem arteriovenösen Aneurysma entstehenden Geräusches die Gesetze über in Röhren strömende Flüssigkeiten. Es ist im wesentlichen ein Geschwindigkeitsgeräusch und entspricht in seinem Verhalten einem künstlich erzeugten Venengeräusche. Zugleich wird die Art und Stärke des Geräusches beeinflusst durch die Lichtungsveränderung des Strombettes an der Verbindungsstelle zwischen Arterie und Vene. Der Einfachheit halber habe ich im folgenden A. ISRAEL selbst das Wesentliche seiner Untersuchungen an der Hand von Bildern zusammenstellen lassen.

Zunächst sollen folgende allgemeine theoretische Vorbemerkungen gemacht werden über Geräusche, welche experimentell beim rhythmischen Strömen von Flüssigkeit in Röhren hervorgerufen werden (nach WEBER und SAHLI).

Zu Abb. 268. Wenn in einer Glasröhre a—b, die in Verbindung mit einer Wasserleitung zu denken ist, Wasser strömt, so geschieht dies bei geringer Strömungsgeschwindigkeit zunächst, ohne daß der bei c Auskultierende ein Geräusch wahrnimmt. Wenn dann aber die Geschwindigkeit der Strömung zunimmt, so nimmt der Beobachter bei c ein blasendes Geräusch wahr, welches entsprechend der ununterbrochenen Strömung auch ununterbrochen ist.

In diesem Versuche lernen wir die erste Bedingung kennen, die für die Entstehung von Gefäßgeräuschen wesentlich ist: die Geschwindigkeit der Strömung.

Es gibt aber außer der Vermehrung der Geschwindigkeit noch ein anderes Mittel, um die geräuschlose Strömung hörbar zu machen. Man braucht nämlich nur an der Stelle des überall gleich weiten Rohres ein solches einzuschalten, das an einer Stelle eine Verengerung oder Erweiterung besitzt (Abb. 269—71). Sofort hört dann der Beobachter bei c, falls der Grad der Verengerung oder Erweiterung richtig getroffen und falls die Geschwindigkeit nicht gar zu gering ist, ein ähnliches ununterbrochenes Geräusch. Dabei kann man leicht nachweisen, daß, falls der Lichtungswechsel des Rohres an und für sich nicht genügen sollte, um ein Geräusch zu erzeugen, dasselbe sofort zum Vorschein gebracht wird durch eine leichte Beschleunigung der Strömung, die ihrerseits an sich nicht genügen würde, um im zylindrischen Rohr (Abb. 268) ein Geräusch zu erzeugen. Damit haben wir die zweite Bedingung der Geräuschbildung in Gefäßen kennengelernt, die Lichtungsveränderung des Strombettes.

Nebenbei sind noch folgende von SAHLI angeführte Leitsätze WEBER'S beachtenswert:

1. Geräusche entstehen leichter, wenn die Wandungen der Röhren dünn, als wenn sie dick sind (also in Venen leichter als in Arterien).

2. Rauigkeiten auf der inneren Oberfläche der Röhren bewirken durch die Vermehrung der Reibung, daß Geräusche leichter und schon bei einer geringeren Geschwindigkeit der strömenden Flüssigkeit zustande kommen.

3. Bisweilen sind die Schwingungen der Röhren so stark, daß sie nicht nur durch das Ohr, sondern auch mit den Fingern wahrgenommen werden können.

4. Eine vermehrte oder verminderte Spannung der Wand (durch vermehrten oder verminderten Druck der Flüssigkeit) hat wenig Einfluß auf das Geräusch, solange die Strömungsgeschwindigkeit gleichbleibt.

5. Wird eine Röhre, durch welche Flüssigkeit strömt, durch Zusammendrücken allmählich verengt, so entsteht bei einem gewissen Grade der Verengung ein Geräusch, dasselbe wächst bei zunehmendem Drucke, erreicht seinen Höhepunkt, nimmt wieder ab und hört endlich auf.

Wenden wir diese Strömungsgesetze auf die aneurysmatischen Geräusche an, so ergibt sich:

1. Arteriellcs Aneurysma. Hier kann für die Entstehung des Geräusches

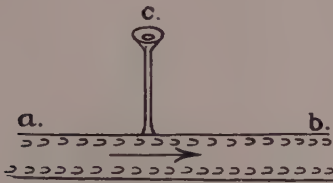


Abb. 268. Strömung im gleichweiten Rohr.

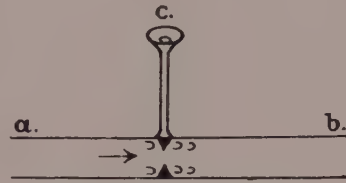


Abb. 269. Stenose an umschriebener Stelle.

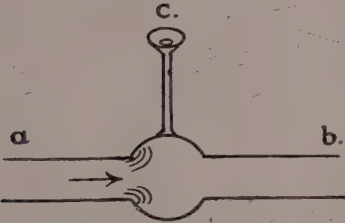


Abb. 270. Erweiterung an umschriebener Stelle.

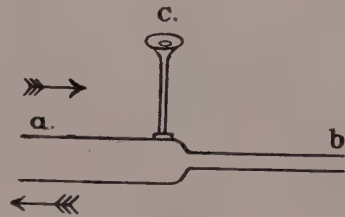


Abb. 271. Endgültiger Lumenwechsel der Strombahn.

Abb. 268–271. Experimentell erzeugte Geräusche bei rhythmischen Strömen von Flüssigkeiten in Röhren (TH. WEBER u. a.).

(Abbildungen nach Sahli, Klin. Untersuchungsmethode Bd. I, 6. Aufl.)

nur die Lichtungserweiterung in Betracht kommen. Abb. 270 würde vollständig diesem Sonderfall entsprechen (v. Wahlsches Geräusch).

2. Arteriovenöses Aneurysma. In älteren und neueren Arbeiten wird das ununterbrochene systolisch verstärkte Sausen häufig durch den Zusammenprall der entgegengerichteten arteriellen und venösen Blutströme erklärt (s. Abb. 272). Demgegenüber zeigte FRANZ in Tierversuchen, daß dieser Grund nicht ausschlaggebend ist, daß man das periphere Venenende (auch das periphere Arterienende) unterbinden kann, ohne daß ein Geräusch seinen Charakter ändert (Abb. 273 u. 274). Das Geräusch hört erst auf, wenn auch das zentrale Venenende unterbunden, der Abfluß in der Vene also aufgehoben ist (Abb. 275).

Das arteriovenöse Aneurysmeng Geräusch ist im wesentlichen als ein Geschwindigkeitsgeräusch aufzufassen, und zwar:

1. nach Analogie mit anderen Gefäßgeräuschen. Erst jüngst haben SAHLI und MUCK gezeigt, daß das Nonnensausen über der Vena jugularis durch eine Beschleunigung des Blutstromes hervorgerufen wird.



2. Man kann sehr leicht künstlich durch eine intravenöse Kochsalzfusion ein Venengeräusch hervorrufen. Die Ursache kann hier nur in der vermehrten Strömungsgeschwindigkeit liegen, da anderenfalls ein Einströmen der Flüssigkeit unmöglich wäre. Selbstverständlich ist die Lichtungsveränderung auch nicht gleichgültig, aber nicht ausschlaggebend, da ja schon unter normalen Verhältnissen an jeder Mündungsstelle eines Nebenastes in ein größeres Gefäß eine plötzliche Erweiterung bzw. Verengung erfolgt, ohne daß es zur Geräuschbildung kommt (Abb. 276).

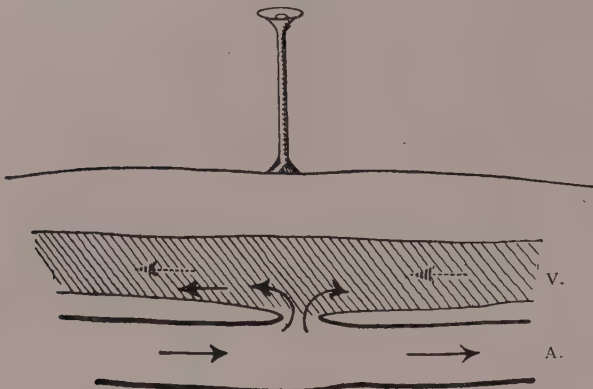


Abb. 272. Arteriovenöse Fistel.

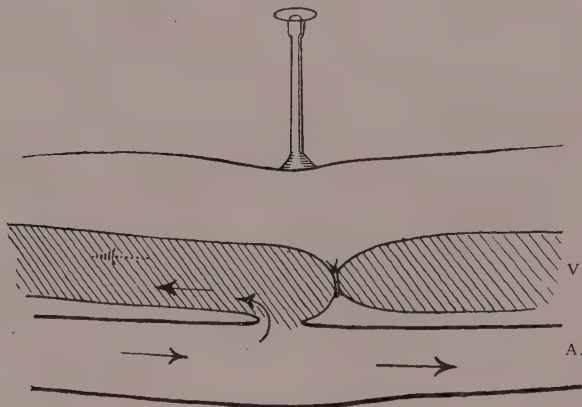


Abb. 273. Unterbindung des peripheren Venenendes.  
Das Geräusch bleibt unverändert.

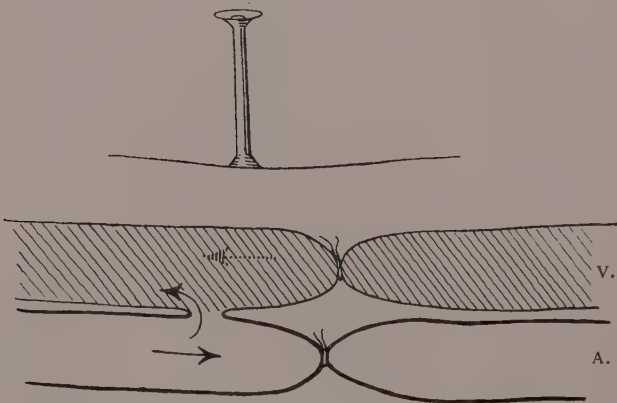


Abb. 274. Unterbindung des peripheren Arterien- und Venenendes.  
Das Geräusch bleibt unverändert.

Wenden wir nunmehr diese Beobachtungen auf die pseudoaneurysmatischen Geräusche, wie sie nach operativer Heilung von Aneurysmen beobachtet sind, an:

1. Arterielle Geräusche. Dabei sind die obenerwähnten Fälle außer acht zu lassen, in denen sich an versteckter Stelle oberhalb oder unterhalb noch eine vorher unbemerkte Gefäßgeschwulst gefunden hat. Dagegen ist nach den Abb. 269—271 leicht eine nachträgliche Entstehung eines Geräusches über einer seitlich oder ringförmig vernähten Arterie zu erklären, denn an der Nahtstelle kommt es leicht zu Verengungen des Querschnittes oder auch wohl zu örtlichen Erweiterungen des Rohres infolge einer nachträglichen Dehnung der Gefäßwand. Man braucht also gar nicht die komplizierte Annahme einer Tonusveränderung der Gefäßwand als Folge der Schädigung des sympathischen Nervenplexus zu machen (HEINLEIN).

Man sieht ja schon bei der Operation unmittelbar an der Naht sehr häufig eine Einschnürung, über der ein deutliches Schwirren über der Nahtstelle, wie schon erwähnt, von uns gefühlt wurde. Ebenso muß eine starke Schlingelung der Gefäßwand, wie in einem

Falle berichtet wird, leicht Gelegenheit zur Ausbauchung der Gefäßwand geben. In der Endwirkung muß eine Einschnürung oder Abknickung von außen her, z. B. durch Narbenumklammerung, ganz gleich im Sinne der Abb. 269—271 sich äußern. In dieser Beziehung sei auf den Fall STRECKER hingewiesen.

Die mitwirkende Rolle etwa vorhandener Thromben oder bloßer Gewebsrauhigkeiten, wie sie unmittelbar nach der Naht vorhanden sein müssen, ergeben sich ungezwungen aus den Weberschen Leitsätzen.

2. Venöse Geräusche. Für die Bedeutung des Thrombus in der Vene bietet ein besonders schönes Beispiel ein Fall, den BÄTZNER in unserer Klinik operierte:

15. Fall. Über einer Geschwulst an der linken Halsseite hörte man ein blasendes, fauchendes Sausen, ähnlich dem Nonnensausen, unregelmäßig, nicht ganz rhythmisch wiederkehrend, ohne besondere nachweisbare Beziehungen zur Systole.

Man fühlte ein schwirrendes Zittern der Venenwand.

Die Operation ergab: erweiterte Vena jugularis interna, in ihr ein wandständiger, an einer umschriebenen Stelle festsitzender, verkalkter Thrombus (Phlebolith).

BÄTZNER selbst gibt die richtige Erklärung für das Geräusch:

1. Durchpressen des Blutes durch die enge Stelle zwischen Phlebolith und Venenwand,

2. Mitschwingen des Phlebolithen.

Also Verengerung und Rauigkeit der Wand im weitesten Sinne.

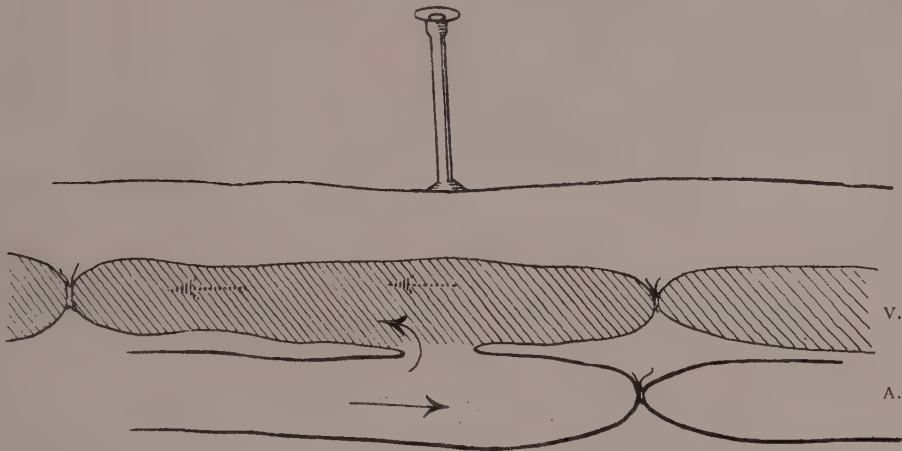


Abb. 275. Unterbindung der peripheren Gefäßenden und des zentralen Venenabschnittes.  
Das Geräusch verschwindet.

Zieht man aus allen diesen Beobachtungen einen Schluß, so ist es der, daß wohl alle groben anatomischen Veränderungen der Gefäße (narbige Verziehungen, Einschnürungen, Erweiterungen, Schlingelungen, Thromben, teilweise Verödungen) Gefäßgeräusche erzeugen können, vorausgesetzt, daß eine genügende Strömungsgeschwindigkeit vorhanden ist.

Die aneurysmatischen Geräusche würden sich von ihnen nur dadurch unterscheiden, daß die anatomischen Bedingungen für das Zustandekommen besonders stark ausgeprägt sind.

In das von SAHLI für die endokardialen Geräusche aufgestellte Schema fügen sich alle Beobachtungen über aneurysmatische und pseudoaneurysmatische Geräusche zwanglos ein.

Hat somit nach diesen Erfahrungen das v. WAHLSche Zeichen auch für das arteriovenöse Aneurysma zweifellos seine Allgemeingültigkeit verloren, so ist es doch das weitaus sicherste Symptom geblieben und hat nichts von seiner praktischen Wichtigkeit eingebüßt, zumal das „Pseudoaneurysma“ doch immerhin nicht sehr häufig ist, und man die Wahrscheinlichkeitsdiagnose jetzt, da man es kennt, und, was viel wichtiger ist, die Indikation zur Operation wird stellen können. Die letztere wird im allgemeinen dahin lauten, daß man bei zweifelhaften Gefäßgeräuschen die Operation unterläßt, wenn sie gefährlich erscheint, denn, wie ich noch ausführen

werde, bedarf durchaus nicht jedes arteriovenöse Aneurysma der sofortigen Operation, und da die „Pseudoaneurysmen“ in der Regel keine besonderen Beschwerden machen, wird man sie unoperiert lassen, auf die Gefahr hin, daß ein wenig gefährliches Aneurysma arteriovenosum vorliegt. In solchen Fällen belehrt man den Verletzten dahin, daß er sofort wiederkommt, sobald Beschwerden von Belang sich einstellen.

Die bekannteste und verhängnisvollste Verwechslung des Aneurysmas, und zwar besonders des arteriellen, ist die mit dem heißen Abszeß. Man braucht sich nur die Fälle 9 und 10 anzusehen, um dies zu begreifen. Aber es gibt noch unendlich viel täuschendere Fälle, wenn nämlich die Aneurysmen noch außerdem infiziert sind und hohes Fieber verursachen. In der Tat ist die Differentialdiagnose hier

zuweilen unmöglich, und auch der geübteste Chirurg schützt sich vor dem gefährlichen Irrtum nur dadurch, daß er daran denkt, daß jeder große „heiße Abszeß“ bei Verwundungen, die die Arterie auch nur betroffen haben könnten, ein infiziertes Aneurysma sein könnte. In einem solchen Falle erklärte ich: hier kann ein infiziertes Aneurysma vorliegen, höchstwahrscheinlich aber ist es ein Abszeß. Ich ging so vor, als wäre es ein Aneurysma und fand ein solches.

Unter diesen Umständen ist es zu begreifen und oft auch zu verzeihen, daß weniger erfahrene Ärzte so außerordentlich häufig in entzündete Aneurysmen hineingeschnitten haben. Welcher fachärztliche Beirat in Heimatlazaretten wäre nicht schon mehrmals zu solchen Fällen gerufen, wo das Unglück geschehen und dem verzweifelten Arzt bis zu seiner Ankunft nur mit Mühe die vorläufige Blutstillung gelungen war? Hätte

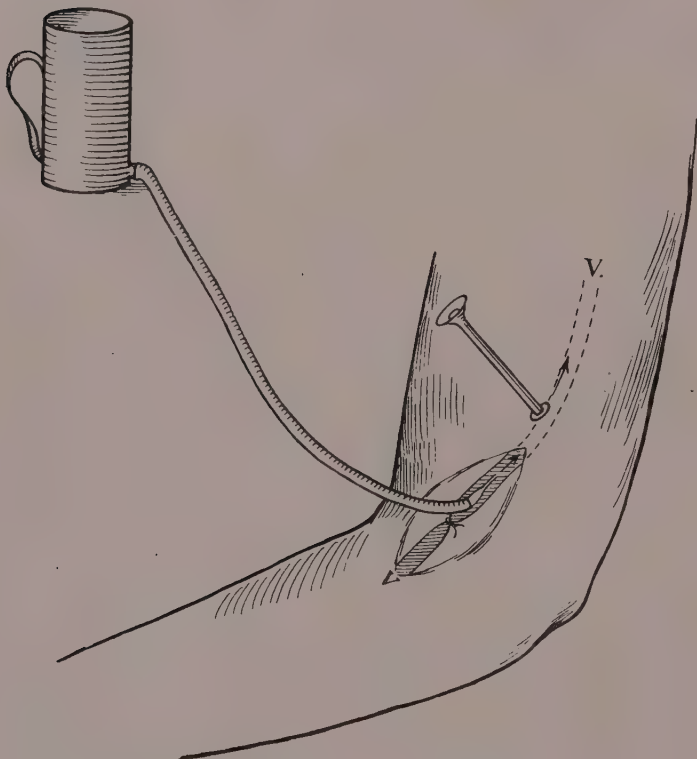


Abb. 276. ISRAELS Versuch: Intravenöse Kochsalzinfusion in der Ellenbeuge. Deutliches Sausen hörbar und Schwirren fühlbar; entspricht den Strömungsverhältnissen in Abb. 268.

es sich nicht um eine so ernste Sache gehandelt, das Bild völliger Hilf- und Ratlosigkeit der Beteiligten wäre im höchsten Grade komisch gewesen.

Was die Klagen der an Aneurysmen leidenden Kranken anlangt, so hatten manche gar keine oder geringe Beschwerden. Andere klagten nur über leichte Ermüdung in den Gliedern, deren Arterie verletzt war. Wieder andere hatten heftige Schmerzen, Muskelatrophien, Ödeme und Kontrakturen. Wieder andere wurden durch das Rauschen und Schwirren der Aneurysmen sehr belästigt, besonders, wenn diese am Halse oder am Kopfe saßen. Hier steigerten sich die Beschwerden zuweilen bis zur Unerträglichkeit. Wieder andere Verwundete waren durch wiederholte Blutungen nach innen und nach außen, durch Schmerzen und Schlaflosigkeit äußerst blutarm und elend geworden.

Alles in allem: In der Regel ist die Diagnose des Aneurysmas leicht, sie kann zuweilen schwierig, selten unmöglich sein. Man schützt sich vor den Folgen gefähr-



licher Verwechselung dadurch, daß man bei allen Verletzungen, die Gefäße von Bedeutung betroffen haben könnten, an die Möglichkeit des Aneurysmas denkt und mit den entsprechenden Vorsichtsmaßregeln vorgeht.

Den größten Fortschritt in der Behandlung der Aneurysmen bedeutet, wie der Krieg ganz unzweifelhaft gezeigt hat, die Naht der Arterien. Zwar war sie vor dem Kriege technisch so vollständig ausgearbeitet, daß eigentlich in dieser Beziehung nichts Neues von Bedeutung hinzugekommen ist. Zwar war wohl nach den experimentellen Erfolgen der Gefäßnaht schon lange vor dem Kriege vielen Chirurgen klar, daß die Unterbindung der letzteren gegenüber in den Hintergrund treten müsse. MURPHY, KÖRTE, GARRÉ, LEXER u. a. hatten schon vor dem Kriege bei Aneurysmen mit Erfolg die Arteriennaht ausgeführt. Besonders LEXER trat mit Nachdruck für diese Operation ein. Ferner waren schon die größten Gefäße am Menschen ringförmig genäht, so von KLAPP die A. carotis, von BRAUN sogar die Aorta abdominalis. Trotzdem fehlte es im Beginn des Krieges nicht an Stimmen, die die Bedeutung der Gefäßnaht für die Verletzungen bezweifelten oder weit unterschätzten. Diese Zweifler sind verstummt oder sie haben sich bekehrt. Denn die ungeheuren Erfahrungen dieses Krieges haben die überragende Bedeutung der Gefäßnaht ganz unzweideutig bewiesen. Ich muß deshalb auf diese wichtige Errungenschaft etwas näher eingehen.

Die Versuche, verletzte Arterien zu nähen, reichen bis in das 18. Jahrhundert zurück. Aber der Erste, der Erfolg erzielte, war JASINOWSKI (1889). Er studierte die seitliche Gefäßnaht mit Versuchen an Pferden, Hunden und Kälbern. Er berichtete über 21 erfolgreiche Nähte. Die früheren Versuche waren vor allen Dingen an der Thrombose und an der Nachblutung gescheitert; um sie zu vermeiden, führte JASINOWSKI die Naht flächenhaft durch Adventitia und Media unter sorgfältiger Vermeidung der Intima, die nur bei dünnwandigen Arterien mitgefaßt wurde, und drückte nach Vollendung der Naht ein bis drei Minuten das Gefäß oberhalb zu, damit Stichkanäle und Nahtlücken sich durch Thromben verschließen konnten. Paraffinierte Fäden benutzte er nicht.

JASINOWSKI zog aus seinen Versuchen den Schluß, daß teilweise verletzte und nicht in ihrem ganzen Umfange durchtrennte Arterien mit glatten Rändern unter aseptischen Wundverhältnissen auch beim Menschen zu nähen seien. Tatsächlich ist die Berechtigung dieser Forderung dann in der Folgezeit durch einige Erfolge am Menschen bewiesen worden. Die wichtigste Bedingung für die Gefäßnaht, das Aufeinanderlegen von Intima auf Intima erkannte JASINOWSKI nicht.

Bald ging man einen Schritt weiter und wagte sich an die Naht völlig durchtrennter Gefäße. Bemerkenswert ist, daß diese Versuche in historischer Beziehung außerordentlich der Entwicklung der ringförmigen Darmnaht ähneln. Wie bei dieser suchte man das Ziel zu erreichen

1. durch Verwendung von Prothesen (ABB: Prothese aus Glas 1894, GLUCK: Prothese aus entkalkten Knochen und Gummistoff 1898, PAYR: Prothese aus Magnesium 1900);

2. durch Invagination der Enden (MURPHY 1897, GLUCK 1898, DÖRPFELD 1899).

Alle diese Versuche haben nur noch historisches Interesse und sollen deshalb nicht weiter erörtert werden. Die Methoden waren zu verwickelt, teilweise gekünstelt und dabei unzuverlässig. Sie sind vollständig in den Hintergrund getreten durch das einfachste und natürlichste Verfahren:

3. die ringförmige Arteriennaht. Den grundlegenden Fortschritt brachten BRIAN und JABOULAY 1896 und 1897. Sie betonten zum ersten Male, daß man bei der Arteriennaht Intima auf Intima bringen müsse, wie bei der Darmnaht Serosa auf Serosa, wobei nötigenfalls die störende Adventitia zurückgeschoben werden müsse. Daß dieser Grundsatz richtig ist, ist jetzt allgemein anerkannt. Die Nahttechnik dieser Ärzte war noch sehr verwickelt und hat sich nicht durchgesetzt. Sie führten die beiden

Enden eines doppelt eingefädelten Fadens nahe nebeneinander durch den Rand des einen Gefäßstumpfes von außen nach innen und an der entsprechenden Stelle des anderen Stumpfes von innen nach außen durch. 10—12 solcher Doppelfäden wurden ringsherum angelegt und, während die Gefäßränder sorgfältig nach außen umgekrempelt wurden, geknüpft (U-Nähte). BRIAN und JABOULAY gebührt der Ruhm, zum ersten Male die ringförmige Gefäßnaht mit Erfolg ausgeführt zu haben.

Nach dieser grundlegenden Regel, Intima auf Intima zu bringen, konnte die endgültige ausgebildete Methode der Gefäßnaht nur eine Frage der Zeit sein. Das Jahr 1903 brachte sie. In das Verdienst teilen sich CARREL und JENSEN, die gleichzeitig und unabhängig voneinander die brauchbare Technik ausarbeiteten. CARREL verfuhr bei der ringförmigen Arteriennaht folgendermaßen: 3 Haltefäden wurden an 3 gleich weit voneinander entfernten Punkten der Gefäßstümpfe angelegt. Er legte Gewicht darauf, daß die Intima dabei nicht von der Nadel verletzt wurde, und daß die Haltefäden erst nach Vollendung der übrigen Naht geknüpft wurden. An die angebrachten Haltefäden wurden Klemmpinzetten angelegt, an denen von Assistenten gezogen wurde, so daß der kreisförmige Umfang der Gefäßröhre in ein gleichzeitiges Dreieck verwandelt wurde. Die Wundränder wurden ausgekrempelt, so daß Intima auf Intima lag. Dann wurde die fortlaufende Naht durch alle Schichten ausgeführt. Um die Rauigkeit der Seidenfäden zu beseitigen, tränkte sie CARREL mit Vaseline.

Ganz ähnlich wie CARREL, nur etwas einfacher als er, führte JENSEN die ringförmige Arteriennaht aus. Er prüfte zuerst alle vor ihm angegebenen Methoden nach und fand sie alle unzuverlässig. Sein Verfahren bestand in folgendem: Er legte zunächst 2 U-Nähte an zwei einander entgegengesetzten Stellen der Arterienenden an und knüpfte sie so, daß die Wundränder nach außen gestülpt wurden und Intima auf Intima zu liegen kam. Die langgelassenen U-Nähte wurden als Haltefäden benutzt und zwischen ihnen wurde die Vereinigung mit fortlaufendem Faden vollendet. Das ist die einfachste und erfolgreichste Art der Gefäßnaht, wie sie heute fast allgemein geübt wird, nur daß man an Stelle der U-Nähte einfache Knopfnähte verwendet, deren langgelassene Enden als Haltefäden benutzt werden. Es ist also ein Unrecht gegen JENSEN, wenn man heute fast allgemein die jetzt gebräuchliche Technik der Gefäßnaht CARREL allein zuschreibt, während man in Wirklichkeit vielmehr JENSENS Verfahren benutzt.

Bei uns in Deutschland fand die ringförmige Gefäßnaht erst größere Beachtung durch die bekannten Untersuchungen STICHS. Er prüfte in Gemeinschaft mit seinen Mitarbeitern die Versuche CARRELS und JENSENS nach und bestätigte die Erfolge, über die diese berichteten.

Zahlreiche Modifikationen der JENSEN-CARRELSchen Nahtmethode sind bedeutungslos geblieben. Erwähnt seien noch folgende Untersuchungen:

1908 veröffentlichte FAYKISS eine sorgfältige Prüfung der bisher ausgeführten Methoden und kam zu dem Schlusse, daß die JENSENS die besten Erfolge gibt. 1909 berichteten BORST und ENDERLEN über eine große Reihe wichtiger Versuche auf dem Gebiete der Gefäßchirurgie, auf die ich bei der Transplantation der Gefäße noch zurückkommen werde. Auch sie kamen zu dem Schlusse, daß die Technik CARRELS und JENSENS die beste sei.

Im Jahre 1910 empfahl FLEIG bei ungleichen Lichtungen der Gefäßstümpfe den engeren schräg anzufrischen, wie das bei Darmvereinigungen schon lange empfohlen wird. Ich halte nichts von diesem Kunstgriffe, weder beim Darm noch bei der Arterie, und habe bei letzterer nie davon Gebrauch gemacht. Viel besser vereinigt man ungleiche Gefäße so, daß man vom Rande des weiteren Gefäßes immer etwas mehr in die Naht faßt als von der des engeren. Ebenso wenig halte ich etwas von der ebenfalls empfohlenen schrägen Anfrischung beider Arterienstümpfe, wobei eine ovaläre Naht herauskommt.

Sind sehr große Arterienstücke fortgefallen, so kommt die Gefäßtransplantation in Betracht. Auch sie ist schon vor dem Kriege im Tierversuch bis in alle Einzelheiten technisch ausgebaut und auch am Menschen verwandt worden.

Schon BRIAN und JABOULAY transplantierten Arterien- und einige Jahre später GLUCK Venenstücke ohne Erfolg. Die ersten erfolgreichen Gefäßtransplantationen machte HÖPFNER, und zwar mit Arterien. Mit Venentransplantationen, die er in Arterienlücken einfügte, hatte er, ebenso wie EXNER, der gleichzeitig ähnliche Versuche anstellte, Mißerfolge.

Der erste, dem die Venentransplantation in Arterienlücken gelang, war CARREL. Ihm und seinem Mitarbeiter GUTHRIE verdanken wir auch die wichtige Beobachtung, daß das Venentransplantat im Laufe der Zeit erstarkt und der Arterie ähnlich wird.

In Deutschland wurden die Versuche von CARREL und GUTHRIE von STICH, KAPELLE, ZÖPPRITZ, FISCHER und SCHMIEDEN, BORST und ENDERLEN nachgeprüft und bestätigt. Alle Untersucher stimmen auch darin überein, daß das Venenstück umgekehrt eingesetzt werden müsse, damit kein Hindernis für den Blutstrom durch die Klappen entstehe.

Der erste, der eine 8 cm lange Lücke der A. axillaris durch ein freitransplantiertes Stück der Vena saphena beim Menschen ersetzte, war LEXER. Es handelte sich um ein sackförmiges „wahres“ Aneurysma. Als der Kranke am 5. Tage nach der Operation starb, war das Transplantat fest eingeeilt, ohne Thrombose und ohne Blutung. Dagegen saß ein kleiner wandständiger Thrombus im zentralen Arterienende an der Stelle, wo die Arterienklemme gelegen hatte. Bald darauf wurden eine ganze Reihe ähnlicher erfolgreicher Transplantationen von LEXER und anderen veröffentlicht. Besonderes Interesse verdient ein vor kurzem von LEXER berichteter Dauererfolg. Er hatte in eine Lücke der A. iliaca ein 16 cm langes Stück einer Vena saphena eingesetzt. Das Transplantat erwies sich 5 Jahre nach der Operation als vollkommen funktionsfähig. Es muß sich also nach LEXERS Ansicht in jeder Beziehung, auch im Sinne der Erweiterung, den neuen Verhältnissen angepaßt haben.

Einen weiteren anatomischen Beweis für die gute Einheilung eines 6 cm langen Transplantates der Vena saphena in die Lücke einer A. femoralis beim Menschen lieferte SCHEPELMANN. Der Operierte starb 3 Tage nach der Operation. Im Gefäßverlaufe fanden sich keine Thromben, die Nahtstellen waren nur noch an dem verschiedenen Aussehen des venösen Schaltstückes in der Arterie zu erkennen, und die Vena saphena war fast bis zur Weite der Arterie ausgedehnt.

Nach einer Dissertation von WARTHMÜLLER vom Jahre 1917 lagen damals 51 Fälle von Venentransplantationen in Arterienlücken des Menschen vor. Davon scheiden 5 Fälle aus, und zwar 3 wegen zu frühen Todes, 1 wegen Heteroplastik und 1 wegen Entnahme des Transplantates aus der Leiche mit tödlicher Infektion. Unter den restlichen 46 Fällen fanden sich 7 Mißerfolge wegen Blutung, Eiterung und Thrombose und 39 Erfolge.

Über die Technik der Gefäßtransplantation ist wenig zu sagen. Es gelten für sie die Regeln der Gefäßnaht. Nach LEXER sind im übrigen folgende Maßnahmen zu befolgen: Man soll das Transplantat schonend behandeln, es vor Austrocknung durch Umhüllen von Gaze schützen, die mit warmer physiologischer Kochsalzlösung getränkt ist, und mit flüssigem Paraffin durchspritzen, um Gerinnselbildung zu verhüten und die Nahtstellen von anhaftendem Blute zu säubern.

Daß das Venenstück umgekehrt zu seiner früheren Lage und entsprechend der Richtung des arteriellen Blutstromes eingepflanzt werden muß, erwähnte ich schon.

OEHLECKER schlägt vor, nicht die Vena saphena, sondern eine benachbarte großkalibrige Vene als Transplantat zu benutzen. Diese kann in ihrer Scheide bleiben und behält somit ihre Ernährung von außen. LEXER führt gewichtige Gründe gegen diesen Vorschlag an. Schon die viel verwickeltere Operation und die dabei notwendige



Zerstörung einer großen Vene sprechen gegen ihn. So haben denn auch im allgemeinen die Chirurgen LEXERS Technik sich angeschlossen.

LEXER riet, das Transplantat bei Operationen am Bein der entgegengesetzten Vena saphena zu entnehmen, weil er in einem, im übrigen gut verlaufenden Falle Thrombose der Vena saphena, aus der das Transplantat entnommen war, erlebte.

LEXER betont, daß für die Venentransplantation sich nur verhältnismäßig wenige Fälle eignen, denn aseptische Verhältnisse und ein gesunder Transplantationsboden, mit dem das verpflanzte Venenstück bald in Verbindung treten kann, sind Vorbedingungen für den Erfolg.

Im übrigen ist anzunehmen, daß das Venentransplantat im wesentlichen von durchströmendem Blute ernährt wird, denn FISCHER und SCHMIEDEN fanden in ihm weder Nekrosen noch Mitosen und Zellwucherungen. Es scheint also das einzige Transplantat zu sein, das vollständig am Leben bleibt. Das ist verständlich, weil die dünne Venenwand überall in Berührung mit dem strömenden Blute bleibt.

Die Venentransplantation ist der unmittelbaren Vereinigung der Arterienstümpfe nicht gleichwertig, vor allen Dingen deshalb nicht, weil der Tierversuch beweist, daß bei der ersteren viel häufiger Thrombose des Gefäßes auftritt. Auch ist in der Regel die Operation viel verwickelter. Meiner Erfahrung nach braucht man die Venentransplantation bei Kriegsverletzten nur ganz ausnahmsweise anzuwenden. Ich habe sie ganz im Anfange des Krieges bei noch mangelhafter Erfahrung dreimal, später aber überhaupt nicht mehr ausgeführt. Jetzt weiß ich, daß sie bei richtigem Vorgehen auch in den drei Fällen, wo ich sie ausführte, unnötig gewesen wäre. Jedenfalls zeigt der Umstand, daß bei unseren zahlreichen Operationen von Kriegsaneurysmen die Venentransplantation immer entbehrlich gewesen wäre, daß sie hier nur in großen Ausnahmefällen angezeigt ist. Anders mag es bei den luetischen Aneurysmen sein. Hier muß erst eine größere Erfahrung entscheiden, wie oft eine unmittelbare Arteriennaht nicht auszuführen ist, und ob in diesen Fällen die Venentransplantation oder die Plastik aus der Sackwand vorzuziehen ist.

Um bei größeren Resektionen des Gefäßes die Enden aneinandernähen zu können, muß man die Glieder in die richtige Stellung (meist Beugung\*) bringen und die Arterienenden unter Schonung der Seitenäste ein genügendes Stück lang freipräparieren. Vor allen Dingen aber merke man sich, daß es nicht nötig ist, trotz starker schwieliger Verdickung der Arterienwand, wesentlich über das Arterienloch hinauszugehen. Hat man den verdickten Teil durchschnitten, so sieht man, daß die Schwiele im wesentlichen nur die Adventitia betrifft, und daß man daraus die übrigen Arterienhäute lösen und vernähen kann. Insonderheit ist die Intima stets gut erhalten, wenn auch zuweilen etwas verdickt. Man kann auch den umgekehrten Weg gehen und, ehe man das verletzte Arterienstück reseziert, die Schwiele der Adventitia von peripherwärts nach dem Arterienloch hin abziehen. Man überzeugt sich dann, daß die krankhafte Veränderung der eigentlichen Gefäßwand nur selten über das Loch und niemals weit über dasselbe hinaus geht. Ich habe früher den Fehler gemacht, bei solchen Schwielen zu viel von der Arterie zu entfernen, denn nur die Adventitia nimmt an der starken Narbenbildung teil.

Auf die Schonung der Seitenäste legen wir großes Gewicht. Trotz der Naht kann die Arterie thrombosieren. Hat man dann die Seitenäste in der Nähe der Naht abgetrennt, so hat man den Kollateralkreislauf erheblich geschädigt.

Es ist auch verkehrt, zu glauben, daß die Arterienenden nach Abschneiden der Seitenäste wesentlich beweglicher würden. Wenn man die letzteren nur genügend weit freipräpariert, gestatten sie eine weite Verschiebung der Hauptarterie. Natürlich würde

---

\*) Um schwer zu beseitigende Beugekontrakturen danach zu verhüten, muß man frühzeitig mit der Streckung der betreffenden Gelenke beginnen. Ich habe von anderen Chirurgen operierte Fälle gesehen, wo die Vernachlässigung dieser Regel zu den schlimmsten Kontrakturen geführt hatte.

ich, wenn ich einem Falle gegenüberstände, wo die unmittelbare Arteriennaht wegen zu großer Lücke nicht möglich wäre, in dafür geeigneten Fällen stets zur Venentransplantation greifen, denn ich halte sie bei größeren Arterien für ein vollkommeneres Verfahren als die Unterbindung. Führte sie doch auch in zwei von den drei Fällen, die ich operierte (A. subclavia und A. femoralis), zum Ziele. Im dritten Falle (A. iliaca externa) bekam der Operierte die heftigsten Ernährungsstörungen. Er klagte über sehr starke Wadenschmerzen (ein sicheres Zeichen der Kreislaufstörung). Die Wade schwoll ödematös an, die Zehen blieben 24 Stunden kalt und blaß. Das Glied erholte sich wieder, aber ohne Zweifel ist das zwischengepflanzte Venenstück thrombosiert.

Es erregte berechtigtes Aufsehen, als verschiedene Forscher mitteilten, daß auch Heterotransplantate von Arterien- und Venenstücken, ja sogar abgetötete Gefäßstücke zum Ersatz von Arterien brauchbar seien und für den Blutstrom wegsam blieben. Genauere Untersuchungen bewiesen indessen, daß auch diese Gefäßtransplantate das Schicksal aller Heteroplastiken teilen, nämlich langsam aufgelöst und aufgesogen und durch körpereigenes, im wesentlichen narbiges Gewebe ersetzt werden. Ich verweise in dieser Beziehung besonders auf die Arbeit von BORST und ENDERLEN. Immerhin ist es bemerkenswert, daß dieser narbige Ersatz sich zuweilen als brauchbar erwiesen hat. Trotzdem wird wohl niemand auf den Gedanken kommen, jene fremden Transplantate in der menschlichen Chirurgie verwenden zu wollen, zumal sie in der Regel fehlschlagen, und gelungene Versuche große Ausnahmen darstellen. Praktisch kommt für den Menschen in erster Linie die Autoplastik in Betracht.

Teils, weil die seitliche Arteriennaht viel einfacher ist als die ringförmige, teils, weil man bei langen teilweisen Gefäßlücken ausgiebige Resektionen an den Arterien vermeiden wollte, hat man zu plastischen Operationen gegriffen, die einzeln schon vor dem Kriege in Anwendung gebracht sind. Den Gedanken, die Wand des Aneurysmensackes plastisch zu verwerten, hat MATAS schon 1905 gehabt bei seiner Endoaneurysmaraphie. Er unterschied eine „obliterierende“ und eine „rekonstruierende“ Methode. Nach Spaltung des Sackes wurde bei der erstgenannten die Arterie dadurch verödet, daß der Sack durch breitfassende Nähte zusammenge rafft wurde. Dies hat den großen Vorteil vor der Exstirpation des Sackes, daß die kollateralen Bahnen erhalten werden. Bei der zweitgenannten Methode wird der Aneurysmasack über einen in die Arterienlichtung eingeführten Katheter zusammengefaltet, also zur plastischen Deckung des Arterienloches verwandt. Nach fast vollendeter Naht wird der Katheter herausgezogen und der Rest des Loches verschlossen. Die Methode wurde in Amerika viel angewandt.

Ferner spricht STICH davon, daß er eine Resektion der Arterie bei einem Aneurysma arteriovenosum der A. poplitea deshalb ausführte, weil „der aneurysmatische Sack so dick, derb und unhandlich war, daß er schlecht zu einer plastischen Deckung des Loches verwendet werden konnte“.

Aber erst im letzten Kriege wurde, immer noch spärlich, die Plastik angewandt. Als Erster beschrieb OEHLER die Verwendung der Vene zur Deckung des Arterienloches bei Aneurysma arteriovenosum. Er unterband die Vene oberhalb und unterhalb der arteriovenösen Fistel und schloß das Arterienloch durch zwei der Venenwand entnommene Lappchen. Ich habe das Verfahren mehrfach mit Erfolg angewandt, und zwar zweimal bei der A. carotis communis bez. interna ohne Unterbindung der Vene. Ganz ohne Blutung habe ich es in folgender Weise benutzt: Die Vene wurde oberhalb und unterhalb der Fistel unterbunden, dann über dem Loch, ohne sie aufzuschneiden, gegen die Arterie abgesteppt und schließlich durch zahlreiche Nähte ganz verödet, so daß sie als derber Strang die Abnähung des Loches noch verstärkte.

KLAPP beseitigte sogar in einem unserer Fälle eine schmale arteriovenöse Verbindung zwischen A. carotis communis und Vena jugularis int. durch einfaches Absteppen des Verbindungsstückes. Da dieses lang ausgezogen war, ohne die Gefäße zu verengen, so lag der Fall für dieses Verfahren sehr günstig.

In einem zweiten, weniger geeignet liegenden Falle von breiterer Verbindung der Teilungsstelle der A. carotis mit der Vena jugularis int. ging KLAPP ebenso vor. Der Mann wurde einige Jahre nach der Operation wieder untersucht. Er klagte über Kopfschmerzen, die nur des Nachmittags beim Arbeiten auftraten und Klopfen in der operierten Halsseite nach starker Anstrengung oder Erhitzung. Man fühlt in der Richtung der Karotis eine flache pulsierende Vorwölbung von spindelförmiger Gestalt. Außer fortgeleiteten Herztönen, die man mit dem Hörrohre wahrnimmt, bemerkt man keine Geräusche über der Stelle. Das lästige Schwirren ist seit der Operation verschwunden. Hier scheint also eine Ausbuchtung der Arterie an der operierten Stelle entstanden zu sein.

In der Literatur des letzten Krieges findet man nur wenig über Gefäßplastiken aus dem falschen Aneurysmensacke. Die einzige zusammenfassende Arbeit stammt von KÜTTNER, die deshalb beachtenswert ist, weil sie zum ersten Male genaue histologische Befunde über die Beschaffenheit der Sackwand und über ihre Eignung zum plastischen Verschlusse von Arterienlöchern bringt (JUSTI). Es geht daraus hervor, daß die Sackwand, in der sich Intima, elastische Fasern und Adventitia neu bilden, sich ausgezeichnet zur Plastik eignet, wenn folgende Vorbedingungen erfüllt sind: 1. Die Aneurysmen müssen „fertig“ sein, d. h. sie müssen den Hämatomzustand bereits hinter sich haben. 2. Ihre Innenwand muß glänzend und glatt sein, und ihre Intima muß unmittelbar in die der Arterie übergehen. 3. Nur die der Verletzungsstelle unmittelbar benachbarten Teile der Sackwand sind für die Plastik geeignet, weil nur in ihnen elastische Fasern und Intima, ja sogar gelegentlich Adventitia sich neu entwickelt haben. Ich habe wohl häufiger Teile der Sackwand auch bei Kriegsaneurysmen mit zur Arteriennaht verwandt, wie sich das von selbst ergibt, eine eigentliche Plastik im Sinne KÜTTNERS habe ich aber nur einmal bei einem luetischen Aneurysma der A. poplitea mit gutem Erfolge ausgeführt.

16. Fall. Es handelt sich um eine 50jährige Frau. Die Arterie lief als 4,8 cm lange Hohlrinne an der Innenseite des Sackes. Obwohl dessen Auskleidung an manchen Stellen so brüchig war, daß sie sich mit dem Tupfer in Form von Schollen abwischen ließ, konnte ich doch aus dem der Arterienrinne benachbarten Teile zwei Lappen bilden, aus denen sich eine röhrenförmige Arterie bilden ließ. Nach Entfernung der Blutleere pulsierte der unmittelbar peripher von der Plastik gelegene Teil der Ader. Die Ernährung des Gliedes wurde in keiner Weise gestört. Indessen pulsierten die Fußarterien weder vor noch nach der Operation. Es ist also möglich, daß der plastisch hergestellte Teil der Arterie thrombosiert ist.

Die Küttnersche Plastik ist offenbar nicht häufig ausgeführt worden. RANZI beschreibt, daß sie unter 164 Aneurysmaoperationen der v. EISELBERGSchen Klinik nur zweimal benutzt wurde. In mehreren Fällen von Aneurysma der A. carotis hat RANZI die seitliche Naht durch ein- oder zweischichtiges Aufnähen der Sackwand verstärkt.

Ich habe den Eindruck, daß in beiden Fällen von arteriovenösem Aneurysma, wo KÜTTNER die Operation ausführte, die plastische Deckung aus der Venenwand sich ebensogut hätte machen lassen. Selbst wenn man die Vene erhalten will, wird man in der Regel zum Ziele kommen, wenn man eine gewisse Verengung der Vene mit in Kauf nimmt.

Ob man schon den naheliegenden Versuch gemacht hat, freitransplantierte Venenstücke zum seitlichen Verschuß von Arterienlöchern zu gebrauchen, und ob dieser Versuch Erfolg verspricht, weiß ich nicht.

Nach dem Vorschlage von HOFFMANN kann man auch ganze Stücke von Arterienrohren zur Überbrückung von Gefäßlücken der A. poplitea und A. carotis communis



in folgender Weise verwenden. Bei der ersteren wird die *A. tibialis postica* dicht vor der Abgabe der *A. peronea* durchtrennt. Das periphere Ende wird unterbunden, das zentrale nach oben geschlagen und mit dem zentralen Stumpfe der *A. poplitea* verbunden. Entsprechend wie hier mit der *A. tibialis postica* verfährt man bei großen Lücken der *A. carotis communis* mit der *A. carotis externa*.

Der Naht gegenüber steht die früher fast ausschließlich geübte Unterbindung der Arterie beim arteriellen, der Arterie und Vene beim arteriovenösen Aneurysma, am besten dicht oberhalb und unterhalb der Verletzung. Über die bekannte Technik dieser Operation sich ausführlicher auszulassen, erübrigt sich.

Dagegen muß ich genau auf die Frage eingehen, wo man die Naht, wo die Unterbindung ausführen soll und darf, und bei welchen Aneurysmen man die einfache Unterbindung der schwierigen Naht vorziehen soll. Ich habe schon ganz im Anfang des Krieges mich dahin geäußert, daß die Naht mindestens bei großen und mittleren Arterien, überall da auszuführen ist, wo man sie ausführen kann, und daß hier stets die Unterbindung als das minderwertige Verfahren anzusehen ist, das man nur notgedrungen machen soll. Meines Erachtens ist das, nachdem einmal die Naht am Tierexperiment bis in alle Einzelheiten ausgebildet war, und einzelne Operationen am Menschen gezeigt hatten, daß sich auf ihn die Erfahrungen des Tierversuches uneingeschränkt übertragen ließen, eigentlich eine selbstverständliche Forderung. Denn noch immer hat die Erfahrung in der praktischen Chirurgie gezeigt, daß man kein wichtiges Organ, das sich erhalten läßt, unnötig vernichten soll, und noch immer hat sich das konservative Verfahren dem verstümmelnden gegenüber, wenn auch unter Kämpfen, durchgesetzt. In unserem Sonderfalle ist der Kampf denn auch schnell zugunsten der Naht entschieden worden, denn allzu deutlich sind die Gefahren der Gefäßunterbindung. In seiner bekannten, auf LEXERS Anregung entstandenen Arbeit, deren Ergebnis ich ihrer Wichtigkeit halber hier vorbringe, hat WOLFF folgende Zahlen aufgestellt:

Es wurde Brand beobachtet nach Unterbindung

- der *A. iliaca communis* in 50%,
- „ *A. femoralis communis* in 25%,
- „ *A. poplitea* in 14,9%,
- „ *A. femoralis externa* in 12,7%,
- „ *A. axillaris* in 15%,
- „ *A. subclavia* und *brachialis* in 4,8%,
- „ *A. anonyma* in 0% der Fälle.

Bemerkenswert ist, daß WOLFF für die Unterbindung des Aneurysmas der *A. poplitea* 52%, JENSEN 54% Brand berechnet.

Geradezu erschreckend ist die häufige Erweichung der zugehörigen Gehirnhälfte nach Unterbindungen der *A. carotis communis* oder interna.

Wie empfindlich das Gehirn gegen Ernährungsstörungen und wie gefährlich selbst kurz dauernde Abklemmung der es ernährenden Ader sein kann, beweist folgender Fall:

17. Fall. Aneurysma arteriovenosum zwischen der linken *A. carotis communis* und *V. jugularis interna*. Der Mann war reichlich 3 Monate vor der Operation verletzt worden und litt unter seinem Aneurysma außerordentlich. Ein Chirurg hatte bereits einmal den Versuch der Operation gemacht, hatte sie aber wegen technischer Schwierigkeiten unterbrochen. Ein zweiter Chirurg hatte die Operation abgelehnt. Die ganze linke Gesichtshälfte und Halsseite waren stark ödematös geschwollen und blau verfärbt. Die Venen waren stark erweitert, an den Augenlidern befanden sich Varizen. Der Kranke litt sehr unter Schmerzen und unter den schwirrenden Geräuschen des arteriovenösen Aneurysmas. Unter großen Schwierigkeiten gelang mir die Präparation der Gefäße in einer steinharten Narbe, die bis hinter das Schlüsselbein reichte. Die *V. jugularis interna* war kinderarmdick und hatte etwa das doppelte Kaliber einer *Vena cava*; sie war zylindrisch geschwollen. Die *Vena facialis* war  $1\frac{1}{2}$  Daumen dick. Die arteriovenöse Verbindung saß etwas unterhalb der Mitte des Halses.

Nach Durchtrennung der arteriovenösen Verbindung sah man in der V. jugularis und A. carotis communis je ein bohnengroßes Loch; die Löcher wurden durch Naht geschlossen. Ich fürchtete wegen der starken ödematösen Schwielen eine Infektion und legte deshalb einen kleinen Bindestreifen, der am unteren Ende der Wunde herausgeleitet wurde, bis auf die Gefäße, im übrigen wurde die Wunde vernäht.

Die A. carotis war während des Verschlusses des Loches nur kurze Zeit abgeklemmt gewesen; trotzdem traten eine Parese des rechten Armes und des Fazialis und leichte aphasische Störungen ein. Ferner war der Operierte die ersten Tage sehr schläfrig. Diese Erscheinungen bildeten sich schnell zurück. Die Schwellung des Gesichtes und die ausgedehnten Venen, sowie die Schmerzen und Geräusche, die den Verletzten geplagt hatten, verschwanden vollständig. Leider bekam er trotz des eingelegten Bindestreifens eine schwere Infektion der Wunde und einzelne kleine Nachblutungen, die durch Druck gestillt wurden. Durch die Hirnstörungen, die schon ein vorübergehender Verschuß der Karotis hervorgebracht hatte, ließ ich mich bestimmen, von einer Unterbindung der Ader abzusehen. Der Verwundete bekam fast einen Monat nach der Operation eine Nachblutung aus der Wunde, die, trotzdem sofortige Hilfe zur Stelle war, tödlich verlief.

Die Sektion ergab starke Ausblutung und septische Milzschwellung. In der A. carotis communis befand sich ein 8 mm langes Loch, ob es der Nahtstelle entsprach oder durch Zerstörung der Wand durch Eiterung entstanden war, ließ sich nicht feststellen. Beide Gefäße zeigten keine Spur von Thromben. Trotzdem fand sich eine Erweichung im vorderen Abschnitt des linken Linsenkernes in der inneren Kapsel und ein zweiter kleiner am Boden des 3. Ventrikels.

Noch schlimmer als die Zahlen WOLFFS, der die Friedenserfahrungen der letzten Zeit vor dem Kriege berücksichtigt, lauten sowohl die früher aus der vorantiseptischen Zeit als auch die aus dem verflossenen Kriege stammenden. Wir wollen uns nur mit den letzteren befassen.

Hortz beobachtete unter 6 Fällen von Unterbindung der A. carotis communis oder interna 5 bleibende halbseitige Lähmungen, unter 6 Fällen von Unterbindungen der A. femoralis, poplitea, axillaris 4mal Gangrän, KÜTTNER unter 4 Unterbindungen der A. femoralis im oberen Drittel 3mal, unter 8 Unterbindungen der A. poplitea 8mal, unter 4 Fällen von Unterbindungen der A. axillaris und subclavia 2mal, unter 3 Fällen der A. brachialis 2mal Brand.

Sick vermißte unter 25 Schußverletzungen größerer Gefäße der Glieder nur 2mal jede Ernährungsstörung. 17mal, d. h. in 68% der Fälle, wurden die Glieder brandig, dabei handelte es sich 5mal um einfachen, 12mal um Gasbrand. Dazu ist zu bemerken, daß diese Unterbindungen in der vordersten Linie vorgenommen wurden, und die Erfolge in den Heimatlazaretten wesentlich besser sind und sich mehr den Friedenserfahrungen WOLFFS nähern. Die Gründe für diese schlechteren Erfahrungen bei Kriegsverletzten liegen auf der Hand.

Ähnlich ist der Unterschied in der Vorhersage der Gefäßschüsse. Während die Sterblichkeit bei den Kriegsaneurysmen, die in der Heimat operiert wurden, nur gering ist, beträgt sie bei den frischen Gefäßverletzungen im Feldlazarett etwa 50%.

Dabei ist das Brandigwerden der Glieder nicht einmal die einzige Gefahr nach der Unterbindung. Ich unterschreibe, was KLAPP nach seinen Erfahrungen im letzten Balkankriege sagt: „So habe ich mich denn auch gar nicht gewundert, daß ich die im vorigen Kriege unterbundenen Aneurysmen z. T. in einem wenig guten Zustande gesehen habe. Die Leute hatten Atrophien, Parästhesien, Anämie und, wenn sie hundert Schritte gegangen waren, so bekamen sie ziemlich erhebliche Muskelkrämpfe: dann haben sie nachher ihr Glied beinahe verwünscht.“ Ähnliche Beobachtungen hatte schon vor dem Kriege v. FRISCH gemacht.

Natürlich wäre es von großer praktischer Wichtigkeit zu wissen, in welchen Fällen man die Unterbindung einer größeren Arterie ungestraft machen darf, und in welchen nicht. Zu diesem Zwecke hat man die sogenannten Kollateralzeichen angegeben, und zwar 1. nach HENLE-LEXER-COENEN: Man klemmt die Arterie nach beiden Seiten hin ab, durchschneidet das Gefäß zwischen beiden Klemmen und lüftet die des peripheren Endes. Spritzt das letztere, so soll ein genügend entwickelter Kollateral-

kreislauf zu erwarten sein. Ich habe mich dreimal von der Unzuverlässigkeit dieses Zeichens überzeugt, an das ich aus gleich zu erwähnenden Gründen nie geglaubt habe. Das erste Mal täuschte das positive Kollateralzeichen:

18. Fall. Es handelte sich um ein arterielles Aneurysma der A. subclavia. Der Mann war bis zur Entdeckung des Aneurysmas schon 4 Monate in Behandlung wegen eines Durchschusses, der vom linken Schultergelenk nach der Gegend des Dornfortsatzes des 6. Brustwirbels ging. Der Schuß hatte eine vollständige Lähmung des linken Armes, eine Verletzung der Lunge und des Rückenmarkes verursacht. Es war häufig vergeblich nach einem Aneurysma gesucht worden. In den letzten Tagen vor der Operation trat eine schnell auf Kindskopfgröße wachsende Geschwulst auf, die von der Achselhöhle bis über das Schlüsselbein ging und alle Zeichen des arteriellen Aneurysmas aufwies. Der Verletzte wurde am 18. 2. 15 operiert. Ich fand: etwas oberhalb des Überganges in die A. axillaris war die A. subclavia quer abgeschossen. Ihre Stümpfe waren in ungeheure Schwielen eingebettet. Der periphere Teil der Arterie war wesentlich dünner als der zentrale. Es spritzt aus dem peripheren Arterienstumpf ziemlich stark. Obwohl die Arterienwand brüchig war, hätte sich mit Leichtigkeit eine quere Naht der Stümpfe ausführen lassen. Ich zog aber die Unterbindung vor aus folgenden Gründen: 1. außer dem Abschuß des Gefäßes lagen andere schwere Verletzungen vor; 2. das Schultergelenk war versteift, in Narkose beweglich gemacht, und hätte für einige Zeit nicht weiter bewegt werden können, wenn man den Arm wegen der Arteriennaht hätte ruhigstellen müssen; 3. schien ein genügender Kollateralkreislauf höchstwahrscheinlich, zumal es sich um einen Abschuß der Arterie handelte, die Verletzung weit zurücklag und das Kollateralzeichen stark positiv war. Unmittelbar im Anschluß an die Operation trat Gangrän des Armes bis über das Ellbogengelenk auf. Es wurde der Oberarm amputiert, aber der Kranke starb 6 Tage nach der ersten Operation an Streptokokkensepsis.

Außerdem fanden sich: 1. am 7. und 8. Wirbelkörper eine Schußrinne;

2. vom 6.—8. Brustwirbel zeigten sich an der hinteren Fläche der Dura und Pia Auflagerungen und Granulationen. Teilweise waren diese Häute hier mit dem Rückenmark verwachsen. Am Rückenmark selbst fanden sich auf dem Querschnitt makroskopisch keine Veränderungen;

3. ein großer seröser Erguß in der linken Pleurahöhle und Kompression der linken Lunge;

4. starke frische Endokarditis an Aorten-, Mitrals- und Trikuspidalklappen;

5. pyämische Metastasen am linken Fußgelenk und in der linken Brustwand.

Ich bemerke ausdrücklich, daß die Sektion des Armes nachwies, daß sich nicht etwa Thromben in der Arterie unterhalb der Unterbindung gebildet hatten. Selbst zugegeben, daß die Nervenlähmung die Gangrän gefördert hat, spricht dieser Fall deutlich gegen den Wert des Kollateralzeichens, mehr aber noch die beiden folgenden Fälle, wo trotz negativen Zeichens unterbunden werden mußte, und keinerlei Ernährungsstörungen an den Gliedern sich zeigten:

Wegen septischer Nachblutungen unterband ich einmal die A. femoralis externa, einmal die A. brachialis; in beiden Fällen fehlte das beschriebene Kollateralzeichen. Es blutete zwar wenig aus dem peripheren Ende, aber von einem lebhaften Fließen oder gar Spritzen des Blutes war keine Rede. Trotzdem blieben beide Glieder am Leben.

Ich glaube auch nicht, daß die Ansicht Horz' zutrifft, die Füllung des Hauptgefäßes auf möglichst kurzem Wege durch kollaterale Bahnen sei das Entscheidende für einen wirksamen Kollateralkreislauf. Dagegen sprechen einerseits die oben mitgeteilten Erfahrungen und andererseits folgende Beobachtung: Bei der Sektion eines aus anderen Gründen verstorbenen Verwundeten, dessen eine Carotis communis vor längerer Zeit durchgeschossen war, fand sich die Ader bis in die Arteria basilaris und den Circulus Willisii hinein durch harte Thromben festgeschlossen. Trotzdem hatte der Mann keinerlei Störungen von seiten des Gehirnes gehabt.

DREYER hat empfohlen das Henle-Coenensche Zeichen nicht an dem Haupt-, sondern an einem Nebenaste zu prüfen. Das Verfahren scheint mir nicht empfehlenswert zu sein, denn es macht das unzuverlässige Zeichen nicht sicherer, opfert dagegen einen größeren Nebenast, der im Falle der Unterbindung des Hauptgefäßes von ausschlaggebender Bedeutung für die Entwicklung des Kollateralkreislaufes sein kann.

Ich bemerke noch, daß ich unter den ohne künstliche Blutleere operierten ausgebildeten Aneurysmen meines Wissens keinen einzigen Fall beobachtet habe, wo es nicht aus dem peripheren Ende geblutet hätte, vorausgesetzt, daß dieses nicht



thrombosiert war. Ferner blutete es bei den unter Blutleere operierten Fällen stets nach Abnahme derselben, auch wenn man die Arterie oberhalb der Naht zusammendrückte. Das rührt wohl daher, daß ich nie eine Sackexstirpation vorgenommen und so die hauptsächlichsten Kollateralen erhalten habe. Hätte ich mich an das Henle-Coenensche Kollateralzeichen gehalten, so hätte ich bei allen unterbinden können.

2. Über das v. FRISCHSche Kollateralzeichen, Nachweis von Vorhandensein des venösen Rückflusses aus durchtrennten Venen, habe ich keine Erfahrung.

3. Das KORROTKOFFSche Kollateralzeichen: Man drückt die Arterie oberhalb des Aneurysmas zu und bestimmt den Blutdruck mit dem Apparat von RIVA-ROCCI. Beträgt der Druck unter 30 mm Quecksilber, so soll der Kollateralkreislauf ungenügend entwickelt sein. Wer weiß, von welchen Äußerlichkeiten der Ausfall solcher Blutdruckmessungen abhängen kann, wird sich auf dieses Zeichen nicht verlassen. In der Tat ist dann auch schon von mehreren Seiten mitgeteilt, daß das Zeichen unzuverlässig sei.

4. Am meisten Beifall hat wohl das Kollateralzeichen MOSKOWICZ' gefunden, das in folgendem besteht: Unterhalb des Aneurysmas wird 2 Minuten lang künstliche Blutleere mittels eines Gummischlauches angelegt. Während die Arterie oberhalb gegen den Knochen gedrückt wird, bis die Pulsation im Sacke verschwunden ist, wird die Binde gelöst. Tritt reaktive Hyperämie ein, so soll ein genügender Kollateralkreislauf vorhanden sein. Über dieses Verfahren habe ich eine große Erfahrung, denn die Verwendung der reaktiven Hyperämie als Zeichen für einen genügenden Kollateralkreislauf stammt von mir (s. BIER: Die Entstehung des Kollateralkreislaufes, Virchows Archiv Bd. 147, 1897, besonders die Versuche 20—23 S. 284—286), und ich habe in den mehr als 20 Jahren, die seit meiner Veröffentlichung verstrichen sind, sehr zahlreiche weitere Versuche auf diesem Gebiete gemacht. Leider ist auch dieses Zeichen unzuverlässig. Von Moskowicz wurde es schon angegeben, um bei arteriosklerotischer Gangrän bestimmen zu können, in welcher Höhe amputiert werden dürfe. Hier habe ich es lange vor Moskowicz angewandt, habe es aber nicht veröffentlicht, weil ich mich bald überzeugte, daß kein Verlaß darauf sei, denn ich sah Brand der Lappen eintreten, als ich die Amputation an Stellen ausgeführt hatte, wo die stärkste reaktive Hyperämie nach der künstlichen Blutleere aufgetreten war.

Ebensowenig ist das Zeichen für die Frage der Zulässigkeit der Unterbindung maßgebend, wie folgende Erfahrungen beweisen:

21. Fall. Bei einem 27jährigen Manne unterband ich wegen eines luetischen Aneurysmas der A. poplitea diese Ader unter künstlicher Blutleere, die 45 Minuten unterhalten wurde. Als nach dieser Zeit die Gummibinde gelöst wurde, trat nicht die Spur von reaktiver Hyperämie in der unteren Hälfte des Unterschenkels und im Fuße auf. Trotzdem fehlte jegliche Kreislaufstörung. Die Zehen blieben warm, obwohl durch den Druck des Aneurysmas die Nervenleitung für den Fuß aufgehoben war. Und doch wurde hier die Blutleere lange Zeit unterhalten, so daß man eine lebhaft reaktive Hyperämie hätte erwarten sollen. Das Glied dieses Mannes blieb erhalten, obwohl in der Aneurysmahöhle eine schwere Eiterung eintrat, und obwohl die Nerven gelähmt waren. Erst 9 Tage nach der Operation stellte sich nach 7 Minuten dauernder künstlicher Blutleere reaktive Hyperämie ein, die am Fuße nur langsam und zögernd erschien.

Da die Eiterung nicht aufhörte, die Nervenlähmung sich nicht besserte und eine Beugekontraktur des Kniegelenkes bestehen blieb, so führte ich 4 Monate nach der ersten Operation die „hohe“ Gritti'sche Operation aus. Im amputierten Unterschenkel war auch in der Tiefe keinerlei nekrotisches Gewebe zu finden.

22. Fall. Bei einem 31jährigen Manne wurde die A. iliaca externa unterbunden. Darauf wurde am Oberschenkel eine Blutleere für 10 Minuten angelegt. Nach ihrer Lösung trat nicht nur keine Spur von reaktiver Hyperämie auf, sondern das Glied war blasser als das gesunde. Trotzdem blieb das zugehörige Bein gesund. Das einzige Zeichen vorübergehender geringer Ernährungsstörung war eine leichte Herabsetzung des Gefühles in den Zehen, die schon nach 24 Stunden verschwunden war. Der Versuch mit der künstlichen Blutleere wurde täglich wiederholt. Erst 8 Tage

nach der Unterbindung trat die erste Spur von reaktiver Hyperämie nach allerschwerster venöser Stauung (diese wirkt stärker hyperämisierend als vollständige Unterbrechung des Blutstromes) auf. Bald darauf zeigte sich bei diesem Manne eine Erscheinung, die ich mehrfach nach Unterbindungen beobachtet habe: Nachdem zuerst das Glied nichts Krankhaftes zeigte, trat plötzlich und ohne sichtbaren Grund ein unbedeutender umschriebener Hautbrand am Hacken und am großen Zehen auf. Von diesen Brandstellen aus entwickelte sich eine Phlegmone, die mich veranlaßte, dem sehr heruntergekommenen Manne den Unterschenkel zu amputieren.

Diese Erfahrungen beweisen wohl endgültig die geringe praktische Bedeutung auch dieses Kollateralzeichens, das für das zuverlässigste gehalten wird.

5. Über das von Hotz angegebene Zeichen habe ich keine Erfahrungen. Er klemmt die Arterie ab und macht dann einen kleinen Einschnitt im Finger oder Zehen. Tritt dann nach Lösung der vorher angelegten Blutleere keine Blutung aus der Schnittwunde ein, so soll der Kollateralkreislauf ungenügend sein.

Alle diese Methoden leiden an der Überschätzung der bekannten hämodynamischen Regeln für den Blutkreislauf. Ich habe an demselben Orte, den ich oben erwähnte, ausführlich erörtert, daß neben ihnen noch ein sehr wichtiger biologischer Anteil in Frage kommt. Ich will das nur an einigen Beispielen erläutern:

Ein gestielter Hautlappen, der in eine Lücke verpflanzt ist, kann nach 10 Tagen abgetrennt werden und bleibt am Leben, obwohl er nur durch kapillare Gefäße mit dem Körper in Verbindung steht, dagegen geht der ganze zugehörige Dünndarm mit Sicherheit zugrunde nach Unterbindung der A. mesaraica superior, und das Gehirn erweicht in einem hohen Prozentsatz der Fälle nach Unterbindung der Karotis. Und doch haben diese absterbenden Organe so zahlreiche und mächtige Kollateralbahnen, wie kein einziger äußerer Körperteil, es fehlt ihnen aber jener „biologische Anteil“, der das Blut dahin zwingt, wo es gebraucht wird. Näher hierauf einzugehen, würde zu weit führen.

Ich weise noch auf die Fälle hin, wo unmittelbar nach der Unterbindung die allerschwersten Kreislaufstörungen sich einstellen, das Glied blau, oder was schlimmer ist, blau und weiß gescheckt aussieht, kalt wird und sich doch schnell wieder erholt. Bei diesen Fällen fehlt während dieses Zustandes die reaktive Hyperämie. Ich gebe folgendes Beispiel:

23. Fall. Einem 31jährigen Landwehrmanne unterband ich die Arteria subclavia oberhalb und unterhalb eines arteriellen Aneurysmas. Nach der Beendigung der Operation wurde bemerkt, daß der zugehörige Arm blau und weiß gescheckt war und sich kalt anfühlte. Binnen einer halben Stunde erholte sich der Arm, wurde warm und seine Farbe war von der des gesunden kaum verschieden.

Hier kommt weniger der „biologische“ Anteil, der den Kreislauf vermittelt, als der grobmechanische in Betracht. Offenbar werden hier Kollateralbahnen erst allmählich wegsam, die vorher aus irgendwelchen Gründen, z. B. wegen gesunkener Herzkraft, während der Operation nicht arbeiteten.

Ferner soll man sich nicht darauf verlassen, daß bei länger bestehendem Aneurysma, oder längere Zeit nach Unterbindung einer Hauptarterie, der Kollateralkreislauf so entwickelt sei, daß man im ersteren Falle die betroffene Hauptarterie, im letzteren Falle größere Nebenäste ungestraft unterbinden könne. In Wirklichkeit hält sich in solchen Fällen der Kollateralkreislauf zuweilen gerade nur aufrecht und verträgt keine weitere Beschränkung. Sehr lehrreich ist mit Bezug auf die späte Unterbindung der Hauptarterie der 17. Fall, mit Bezug auf die späte Unterbindung eines größeren Nebenastes nach vorausgegangener Unterbindung der Hauptarterie der folgende Fall:

24. Fall. Ein 41jähriger Soldat wurde am 26. 10. 17 durch Minensplitter verwundet und trug einen Splitterbruch des rechten Oberarmes und vollständige Plexuslähmung desselben davon. Die durchschossene Arteria axillaris wurde gleich nach der Verletzung unterbunden. Am 1. 5. 18 legte ich den Plexus axillaris wegen der Lähmung frei, fand den mit einem dicken Seidenfaden unterbundenen zentralen Stumpf der Arterie und unterband einen fingerbreit über dem Stumpfe entspringenden, rechtwinklig abgehenden und stark entwickelten Nebenast, der mir bei der Nervenoperation im Wege war, und der außerdem in der starken und unübersichtlichen Narbe verletzt wurde. Obwohl die Operationswunde ohne jede Infektion per primam intentionem heilte,

wurden sämtliche Finger und ein Teil der Hand nekrotisch, so daß die Hand im Karpometakarpalgelenk exartikuliert werden mußte.

Hier kann man die Lähmung der Nerven nicht für den Brand verantwortlich machen, denn sie bestand schon bei der Unterbindung der Hauptarterie, die ein halbes Jahr vorher ohne Schaden für den Arm erfolgt war. Also hatte der erwähnte starke Nebenast hauptsächlich den Kollateralkreislauf vermittelt. Seine Unterbindung hatte Brand der peripheren Gliedteile zur Folge.

Ich rate deshalb, sich auf keines der sogenannten Kollateralzeichen und auch nicht bei länger zurückliegender Verletzung auf den Kollateralkreislauf zu verlassen, sondern folgende praktische Regel zu befolgen: Jedes große Gefäß, bei dem es aus technischen Gründen möglich ist, wird, vorausgesetzt daß keine klaren Gegenanzeigen vorliegen, genäht.

Die hauptsächlichste Anzeige gegen die Gefäßnaht ist die Infektion. Es ist klar, daß bei allen schweren Infektionen eine ringförmige Naht schwerlich zum Ziele führen kann, aber auch von der seitlichen Naht ist abzustehen. Ich habe diese dreimal bei infizierten Aneurysmenfällen im Anfange des Krieges versucht, verleitet durch sehr kleine Gefäßlöcher, und zwar je einmal bei einer A. carotis communis, einer A. femoralis und einer A. profunda femoris. In allen Fällen kam es, obwohl die Wunden im übrigen nicht genäht, sondern locker tamponiert wurden, zu Nachblutungen, die die Unterbindung der Gefäße notwendig machten. An der aufgestellten Regel ändert auch nichts die Erfahrung, daß in schwer infizierten Höhlen selbst ringförmige Arteriennähte halten können. Ich sah dies je einmal bei einer A. femoralis und einer A. subclavia. Daß sie durchgängig blieben, bewies der dauernd starke Puls in den größeren Arterien. Aber das sind zufällige Glücksfälle, mit denen man nicht rechnen kann.

Dagegen kann man, wie ich schon in meiner ersten Arbeit mitteilte, die Gefäßnaht bei leichten Wundinfektionen und in granulierenden Wunden ausführen, vorausgesetzt, daß die Operation dringend ist. Sonst wartet man besser, bis die Infektion gänzlich abgeklungen, bzw. die Wunde geheilt ist.

Früher habe ich in den letztbeschriebenen Fällen stets die Wunde locker tamponiert, später nach KLAPPS Vorschlag offen behandelt, während die genähte Arterie möglichst mit Muskulatur lose gedeckt wurde. Das letztere Verfahren hat sich uns gut bewährt.

Die seitliche Gefäßnaht kann auch unmöglich gemacht werden durch große Brüchigkeit der Wand, wie man sie besonders bei entzündeten Aneurysmen findet. Man muß alsdann die Arterie quer resezieren, in der Regel kommt man dann in haltbare Wand. Wenigstens kam es bei unseren zahlreichen Kriegsaneurysmen nur viermal vor, daß die Naht trotz vorsichtiger Handhabung der Nadel und sanftem Anziehen des Fadens an der Brüchigkeit der Arterienwand scheiterte. In diesen Fällen mußte unterbunden werden. Dabei muß man allerdings bedenken, daß die von uns operierten Aneurysmen fast lediglich jungen Soldaten angehörten, bei denen die Arteriosklerose noch keine Rolle spielte. Dagegen fand ich bei einem entzündeten luetischen Aneurysma der Kniekehle die Arterie so brüchig, daß sie schon bei vorsichtigem Herausheben aus der Scheide mit der Aneurysmanadel quer abriß. Ich verzichtete deshalb auch auf die Venentransplantation, die ich einer Unterbindung vorgezogen hätte, und unterband. Der erste Faden, den ich ganz in der Nähe des Aneurysmas um die Arterie legte, schnitt beim Knoten glatt durch. Erst durch sehr vorsichtiges Anziehen neuer Fäden gelang die Unterbindung.

Daß die Unterbindung der mittelstarken Arterien in der Regel ohne Gefahr ist, ist bekannt. Besonders wissen wir von der Carotis externa schon aus der Friedenspraxis, daß man sie ungestraft unterbinden darf. Ferner gilt das für die Vorderarm- und Unterschenkelarterien von der Mitte des Gliedabschnittes nach unten gerechnet, ebenso für die nicht selten verletzte A. glutea superior, A. obturatoria,



A. maxillaris und A. mammaria interna, zumal die drei ersteren meist an so tief-  
liegenden Stellen verletzt sind, daß die Naht schwierig oder unmöglich ist. Da-  
gegen rate ich, die A. profunda femoris überall, wo es angeht, zu nähen, denn ich  
fand sie schon stärker entwickelt als die A. femoralis externa unterhalb ihres Abganges.

Nichtsdestoweniger kann man sich auch auf den Standpunkt stellen, die oberen  
Abschnitte der Vorderarm- und Unterschenkelarterien zu nähen, wo dieses Vorgehen  
Erfolg verspricht. Denn in solchen Fällen ist die Naht mindestens so gut wie die  
Unterbindung, und daß man keinesfalls hier die Naht als eine nutzlose Spielerei be-  
zeichnen darf, wie es geschehen ist, lehrt folgender Fall:

25. Fall. Einer 38jährigen Frau wurde am 6. 1. 19 die linke A. radialis etwas unterhalb der  
Ellenbeuge verletzt. Am 14. 1. wurde nach mehreren Nachblutungen die Arterie in der infizierten  
Wunde unterbunden. Der größte Teil der Finger wurde trockenbrandig.

In allen Fällen von endothorakalen Aneurysmen der A. subclavia, die ich operierte,  
habe ich die Unterbindung dieser Ader ausgeführt, weil die Aufsuchung und Naht  
der Gefäßverletzung auf unüberwindliche Schwierigkeiten stieß. Glücklicherweise  
gefährden gerade diese Unterbindungen die zugehörigen Körperteile nur wenig.

Auch muß man selbstverständlich unterbinden, wenn bei einem Aneurysma  
das periphere Arterienende thrombosiert oder auf eine unbedeutende Lichtung zusam-  
mengeschrumpft ist.

Man hat sich in diesem Kriege gestritten über die Frage, ob man mit der Arterie  
gleichzeitig auch die Vene unterbinden solle. Der Streit ist alt, denn schon im vorigen  
Jahrhundert war die Meinung verbreitet, daß das nötig sei. MAYDL bezeichnet es  
geradezu als einen Kunstfehler, die Venenunterbindung zu unterlassen. Diese Vor-  
schrift gründete sich auf die Ansicht, daß bei unbehindertem venösen Rückflusse zu  
viel Blut aus dem Gliede, dessen Arterie unterbunden war, zurückflute, ja, daß es  
sogar von der Vene angesogen würde und für die Ernährung des Gliedes verloren-  
ginge.

Diese Lehre hat in neuerer Zeit besonders v. OPPEL vertreten. Er behauptet,  
daß die Vene geradezu die Arbeit der Kollateralarterien zerstöre durch Absaugung  
des arteriellen Blutes, und sein Schüler NEY hat diese Lehre durch Tierversuche  
zu beweisen gesucht.

Zehn Jahre vor dem letzten Kriege empfahl CECI aufs neue mit der gefährlichen  
Unterbindung der A. carotis communis oder interna die der Vena jugularis interna  
zu verbinden, und hat mit diesem Vorschlage Beifall gefunden. KOPFSTEIN, SCHMIDT u. a.  
rieten, grundsätzlich die Vene zu unterbinden.

Im letzten Kriege hat sich SEHRT wieder für das Verfahren ausgesprochen. Er  
meint, das im Gliede zurückgehaltene venöse Blut könne dieses solange am Leben  
erhalten, bis der Kollateralkreislauf ausgebildet sei. Er glaubt das mit folgender  
Statistik beweisen zu können: An den unteren Gliedmaßen trat Gangrän ein bei  
Unterbindung der Arterien allein in 20%, bei gleichzeitiger Unterbindung von Arterie  
und Vene in 9% der Fälle, an den oberen Gliedmaßen im ersten Falle in 7,8%, im  
letzteren in 0% der Fälle.

SEHRT stellt deshalb wieder den Satz auf, daß man, um Gangrän des zugehörigen  
Körperteiles zu vermeiden, gleichzeitig die Vene mitunterbinden müsse. Ihm schließen  
sich PROPPING und OEHLECKER mit etwas anderer Begründung an.

Demgegenüber ist zu bemerken, daß vor dem Kriege ganz im Gegenteil die  
Ansicht der Chirurgen sich dahin gewandelt hatte, daß die gleichzeitige Unterbin-  
dung von Vene und Arterie weit gefährlicher sei als die der letzteren allein. Vor  
allem hielt man den ersten Eingriff an den Gefäßen der Kniekehle für äußerst ge-  
fährlich und belegte das ebenfalls mit Statistiken.

Auch jetzt noch stehen zahlreiche Chirurgen auf demselben Standpunkte. So  
sind STICH, FROMME, v. HABERER, HARRAS der Meinung, daß man die Vene mög-

lichst erhalten solle. RANZI hat in der Regel bei arteriellen Aneurysmen die Vene nicht mitunterbunden. Das geschah nur in wenigen Fällen. In der Folge war es ganz gleichgültig, ob das eine oder das andere gemacht werde.

RYSCHLICK prüfte die Frage im Tierversuche. Dessen Ergebnisse sprechen nicht für einen günstigen Einfluß der gleichzeitigen Unterbindung der Vene.

Ich habe mich bei meinen Untersuchungen über die Ernährung von Körperteilen sehr eingehend mit dieser Frage befaßt, und bin zu der Überzeugung gekommen, die ich an mehreren Orten (z. B. ausführlich in „Hyperämie als Heilmittel“ 6. Aufl. 1907, S. 227 ff.) ausgesprochen habe, daß wohl zur Arbeit, aber keineswegs zur Ernährung ein sehr sauerstoffhaltiges Blut gehöre, und daß die letztere sehr wohl von venösem Blut besorgt werden könne. Auch praktisch habe ich diese Ansicht verwertet, indem ich z. B. beginnende arteriosklerotische Gangrän mit Stauungshyperämie, oft mit klarem Erfolge, behandelte. Trotzdem habe ich mich dadurch nicht bestimmen lassen, mit der Arterie bei deren Verletzung gleichzeitig die unversehrte Hauptvene zu unterbinden. Denn da liegen doch andere Verhältnisse vor, und mir scheint, daß die theoretische Begründung dieser Maßnahme auch wieder viel zu viel von der grobmechanischen Auffassung der Vorgänge beim Blutkreislauf geleitet wird, während man den biologischen Anteil übersieht.

So finden wir denn in dieser Frage auch einander widersprechende Beobachtungen und Statistiken, die alle an zu kleinen Zahlen leiden, woraus wohl der Schluß zu ziehen ist, daß der Venenunterbindung für die Ernährung des Gliedes nicht die hohe Bedeutung zukommt, die ihr von manchen zugeschrieben wird. Jedenfalls sind ganz andere experimentelle und klinische Beobachtungen nötig, als sie bisher vorliegen, um diese immerhin sehr wichtige Frage zu entscheiden.

Ich gebe zu, daß der Fall v. OPPELS sehr für den Nutzen der Unterbindung der Vene spricht. Indessen zeigen doch die beiden von mir auf S. 450 erwähnten Fälle, wo nach Abschuß beider Vasa femoralia je eine Aneurysma arteriovenosum zwischen den beiden herzwärts gelegenen offenen Enden bestand, während die fußwärts gelegenen thrombosiert waren, ohne daß es zu Kreislaufstörungen in den Gliedern gekommen war, daß man solche einzelnen Beobachtungen nicht verallgemeinern darf.

Ich habe die Venen bei Aneurysmaoperationen sehr selten unterbunden. Ich habe sie meist seitlich genäht, wenn sie verletzt waren oder wurden. In einem Falle habe ich die Resektion eines zerschossenen Venenstückes und die ringförmige Naht der Stümpfe mit gutem Erfolge ausgeführt. Dagegen habe ich mehrfach Venenstücke, die bei schwer infizierten Aneurysmen durch die Eiterhöhle zogen, nach doppelter Unterbindung fortgeschnitten, um der Gefahr der Pyämie vorzubeugen.

Ich habe schon im Beginne des Krieges mich dahin ausgesprochen, daß man nicht jedes Aneurysma zu operieren brauche, und habe tatsächlich eine Reihe von Fällen nicht operiert, da Selbstheilungen beim arteriellen und vollständige Beschwerdefreiheit beim arteriovenösen Aneurysma vorkommen. Im letzteren Falle handelt es sich um gewisse arteriovenöse Fisteln, deren Diagnose gewöhnlich nicht schwierig ist. Man erkennt sie im wesentlichen an dem Schwirren bei fehlender Geschwulst und fehlender venöser Stauung. Besonders FRANZ ist energisch dafür eingetreten, diese Fälle nicht zu operieren, da er sie sehr häufig beschwerdefrei fand. Dagegen tritt er in Übereinstimmung mit anderen auf diesem Gebiete erfahrenen Kriegschirurgen für die unbedingte Operation aller Fälle mit aneurysmatischem Sack, also vor allen Dingen der arteriellen Aneurysmen ein. Darin teile ich nicht seine Ansicht. Wie die Fälle 10, 11 u. 12 zeigen, kann gerade das arterielle Aneurysma von selbst vollkommen ausheilen und es ist meines Erachtens nicht schwer, diese Fälle herauszufinden, wenn sie schon längere Zeit bestanden haben. Man hört von den Verletzten, daß die Geschwulst sich verkleinert oder wenigstens nicht vergrößert habe, und fühlt ihre auffallende Härte. Das letztere ist das entscheidende Zeichen. So operierte ich

je einmal ein arterielles Aneurysma der A. iliaca externa und der A. femoralis communis, bei denen ich, nach meinen jetzigen Erfahrungen, die Operation nicht mehr machen würde. Es waren verhältnismäßig kleine Säcke, die sich steinhart anfühlten. Bei der Operation war beidemal der mit dicken und harten schwieligen Wänden versehene Sack so gut wie verödet, einmal ausgedehnt verkalkt. Die Steinhärte der Geschwülste hätte mich von der Operation abhalten sollen. Ich stehe in dieser Beziehung auf folgendem Standpunkte: Die arteriellen Aneurysmen, die nach den geschilderten Zeichen wahrscheinlich von selbst heilen werden, operiere ich nicht, wenn die Operation gefährlich ist, besonders, wenn sie sich nicht unter künstlicher Blutleere ausführen läßt. Es handelt sich hier besonders um die A. subclavia, carotis communis, carotis interna, iliaca und femoralis communis. Ein Aneurysma der A. poplitea, der ja ebenfalls Operationen gefährlich werden können, das von selbst geheilt wäre, oder auch nur die Zeichen einer voraussichtlichen Selbstheilung aufgewiesen hätte, habe ich nicht gesehen.

Allen Leuten, von denen ich annahm, daß ihr arterielles Aneurysma von selbst heilen würde, habe ich eingeschärft, sich sofort wieder vorzustellen, sobald ihr Aneurysma wüchse, die Beschwerden zunähmen, oder ihnen sonst eine Veränderung zum Schlechteren auffalle, und habe ihnen erklärt, wie ernst ihr Leiden sei. Diejenigen unter ihnen, die ich habe weiter beobachten können, sind geheilt. Ich schließe daraus, daß, wie ich schon erwähnte, diese Fälle nicht schwer zu erkennen sind.

Andererseits kann auch die arteriovenöse Fistel, die anfangs anscheinend recht harmlos war, später, besonders an den Beinen, erhebliche Beschwerden machen, die hauptsächlich durch die venöse Stauung hervorgerufen werden (Schmerzen, Ermüdbarkeit, Jucken, Ekzem, Beingeschwüre). Daß auch an anderen Körperteilen arteriovenöse Aneurysmen, die ursprünglich anscheinend harmlos waren, später die schlimmsten Beschwerden und Gefahren veranlassen können, beweisen die Fälle 6 u. 7. Einen weiteren, sehr sonderbaren derartigen Fall am Bein, wo es sich um eine arteriovenöse Fistel zwischen recht kleinen Gefäßen handelte, will ich mitteilen:

26. Fall. Ein Leutnant wurde durch 10 kleine Granatsplitter, die sämtlich stecken blieben, an den Beinen verwundet. Es blutete nur wenig. Die Wunden heilten ohne Besonderheiten und der Kranke hatte keinerlei Beschwerden, bis allmählich das rechte Bein stark anschwell. Es bekam Ekzeme, Geschwüre und Venenentzündungen. Der Kranke fühlte beim Auflegen der Hand auf die hintere äußere Seite des Oberschenkels Schwirren und litt sehr schwer an den Folgen der venösen Stauung.

Das rechte Bein war sehr stark geschwollen, ödematös, die Hautvenen des Beines, der Bauchhaut oberhalb der Leistenbeuge und des Penis waren erweitert, der Fuß tiefblau. Reichlich handbreit unterhalb des Sitzbeinhöckers fühlte und hörte man lautes Schwirren. Über den großen Gefäßen war es nicht wahrzunehmen. Die Stelle des stärksten Schwirrens wurde auf der Haut bezeichnet. Ich nahm eine arteriovenöse Verbindung zwischen starken Ästen der Vasa profunda an.

Am 22. 5. 19 wurde ohne künstliche Blutleere von vorne her der Ursprung der A. profunda femoris von der A. femoralis communis freigelegt und der Stamm der A. profunda so weit verfolgt, als es von vorn möglich war. Drückte man in der Wunde die A. profunda femoris zu, so wurde das Schwirren schwächer, drückte man die femoralis zu, und ließ die profunda offen, so wurde es noch wesentlich schwächer, drückte man beide Arterien zu, so verschwand es. Da von vorne die arteriovenöse Verbindung nicht zu erreichen war, so schnitt ich, nunmehr unter künstlicher Blutleere, von hinten her auf den Ort des stärksten Schwirrens ein. Sehr bald kam ich in Narben. Nach längerem schwierigen Präparieren fand ich in der Tiefe, am Rande des Knochens, eine kleinfingerdicke Vene, neben der sich noch eine zweite fast ebenso dicke fand. Schließlich wurde eine krähnenfederkieldicke Arterie herauspräpariert, die mit den beiden Venen fest verbunden war. Alle die Gefäße wurden oberhalb und unterhalb der Vereinigung unterbunden und das Zwischenstück wurde als ganzes herausgeschnitten.

Die aufgeschnittene Arterie zeigte in der Mitte des Präparates zwei kleine Löcher, von denen je eines in die benachbarten Venen hineinführte.



Der Befund ist ganz klar und einwandfrei. Daß diese doppelte arteriovenöse Verbindung wirklich die einzige Ursache des schweren Leidens des Mannes war, geht daraus hervor, daß sehr schnell und dauernd alle Zeichen der venösen Stauung und alle Beschwerden verschwanden.

Der sehr merkwürdige Fall beweist, daß selbst arteriovenöse Fisteln verhältnismäßig kleiner Gefäße, ohne Sackbildung, die schwersten Stauungen verursachen können. Die Venen waren wohl im ganzen erweitert, aber nicht einmal ein Varix aneurysmaticus war vorhanden. Wahrscheinlich bestand die arteriovenöse Verbindung zwischen großen Ästen der Vasa profunda femoris.

KREUTER beobachtete sogar eine mannskopfgroße Aussackung der linken Vena iliaca externa, die sich etwas oberhalb einer arteriovenösen Fistel der Vasa femoralia gebildet hatte. Mit Recht nennt KREUTER diesen ungeheuren Sack, den er abbildete, ein Aneurysma venosum verum. Der Kranke hatte vor 14 Jahren eine Schußverletzung des Oberschenkels davongetragen und war jahrelang ohne Beschwerden und voll arbeitsfähig gewesen. Erst infolge der Anstrengungen des Feldzuges, den er von 1915 bis 1918 mitmachte, entwickelten sich Varizen in der Unterbauchgegend und am linken Bein und eine große Geschwulst des Unterbauches. Der Kranke ging infolge eines Operationsversuches zugrunde.

KEPPICH beschreibt einen Fall, den er als Vorstadium des von KREUTER geschilderten Zustandes bezeichnet. Er fand schon 14 Monate nach der Schußverletzung, die zu einer arteriovenösen Fistel der Vasa iliaca geführt hatte, eine mächtige Erweiterung der Vena iliaca bei sehr dünner Gefäßwand. Das dürfte nichts Außergewöhnliches sein. Ich habe mehrere ähnliche Fälle operiert.

Man sieht aus alledem, daß selbst kleine arteriovenöse Fisteln, die anfangs keinerlei Beschwerden machten, plötzlich oder allmählich sehr gefährliche oder wenigstens höchst lästige Folgen verursachen können, und daß man sie deshalb lieber bei Zeiten beseitigen soll. Ebenso wichtig aber sind vielleicht folgende Beobachtungen, die eigentlich schon alt sind, aber in Vergessenheit gerieten und erst während des letzten Krieges die verdiente Beachtung erfuhren.

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts beobachteten NICOLADONI und J. ISRAEL eigentümliche Kreislaufstörungen bei der Form des Angioma racemosum, die man Phlebarteriektasie nennt. Bei dieser Krankheit liegen ganz ähnliche Kreislaufverhältnisse vor, wie bei dem Aneurysma arteriovenosum, weil die Kapillaren so stark erweitert sind, daß sie gerade so wirken, wie eine widernatürliche Verbindung zwischen Arterie und Vene. In vorzüglicher Weise sind die Folgen dieser Krankheit auf Herz und Gefäße von J. ISRAEL beschrieben worden, nämlich 1. drückt man die das kranke Gebiet versorgende Hauptarterie zu, so sinkt die Pulszahl ganz erheblich. 2. Es findet sich eine erhebliche Hypertrophie bzw. Erweiterung des Herzens, die in ISRAELS Falle schon an einen Herzfehler heranreicht. KATZENSTEIN konnte die erste Beobachtung (Verlangsamung des Pulses) neuerdings bei einer Phlebarteriektasie bestätigen.

Ganz gleiche Erfahrungen machte man im letzten Kriege bei arteriovenösen Aneurysmen.

Im Jahre 1915 beschrieb WIGDOROWITSCH ein „bemerkenwertes Reflexphänomen“ bei einem Aneurysma der A. femoralis. Diese Erscheinung bestand in folgendem: Wurde oberhalb des Aneurysmas die Arterie zugeedrückt, so sank der Puls von 72 auf 42–45 Schläge in der Minute. Dasselbe Verfahren am gesunden Bein angewandt, beeinflusste den Puls nicht. Diese Beobachtung wurde von anderen Ärzten bestätigt (GUNDERMANN, WEBER, HOTZ, CARO, v. BONIN, ZUR VERTH) und außerdem wurde noch gefunden, daß mit der Pulsverlangsamung eine erhebliche Blutdrucksteigerung verbunden ist. Vor allem aber ist die Beobachtung wichtig, daß das arteriovenöse Aneurysma großer Gefäße erhebliche Störungen im Blutkreislauf hervorbringen kann, die öfters bis zu den deutlichen Zeichen des Herzfehlers oder sonst gestörter

Herztätigkeit gingen, d. h. man fand dieselben Erscheinungen, die J. ISRAEL in so vortrefflicher Weise bei der Phlebarteriektasie beschrieben hat. Von diesen erscheint mir die krankhafte Beeinflussung des Herzens die Hauptsache zu sein. Tritt sie, wie es scheint, auch nur mit einiger Regelmäßigkeit beim arteriovenösen Aneurysma ein, so würde das ein sehr wichtiger Grund sein, jedes arteriovenöse Aneurysma zu operieren, falls die Operationsgefahr nicht allzu groß ist.

Auf die Erklärung der beschriebenen merkwürdigen Erscheinungen werde ich an anderem Orte zurückkommen.

Nach den geschilderten Erfahrungen habe ich mir folgende Regel gebildet: Ich operiere jeden Fall von arteriellem Aneurysma, es sei denn, es liegen bei solchen, deren Operation erhebliche Gefahren in sich birgt, die klaren Zeichen der Rückbildung vor. Bei arteriovenösen Fisteln, die keine Beschwerden machen, warte ich nur ab, wenn die Operation erhebliche Gefahren in sich schließen würde. Freilich wird man bei einer der gefährlichsten Formen, der arteriovenösen Fistel zwischen A. carotis communis bzw. interna und Vene fast immer durch das für den Verletzten sehr quälende Schwirren und durch Schmerzen im Kopf zur Operation gezwungen, zumal sich der Zustand des Verletzten ohne Operation fast immer verschlimmert. Da ferner, wie mich mehrere Fälle gelehrt haben, und wie die Erfahrungen anderer Ärzte zeigen, die anfangs anscheinend harmlose arteriovenöse Fistel später doch sehr bedenklich werden kann, so rate ich in allen verhältnismäßig ungefährlich zu operierenden Fällen gleich zur Operation trotz fehlender Beschwerden. Für ungefährlich halte ich den Eingriff, wenn aseptische Verhältnisse vorliegen und die v. Esmarchsche Blutleere angewandt werden kann. Unter der letzteren kann ich die Beseitigung einer arteriovenösen Fistel nicht mehr für schwierig und eingreifend ansehen, zumal man unter Zuhilfenahme der Plastik aus der Wand der Vene nach OEHLECKER fast stets mit einer seitlichen Naht der Arterie auskommt. Ich kann die in meiner ersten Mitteilung gemachte Behauptung, daß die Operation der arteriovenösen Aneurysmen wesentlich schwieriger sei, als die der arteriellen, nicht mehr aufrecht erhalten.

Eine weitere Frage ist, wie früh man das Aneurysma operieren soll. Ich habe von Anfang des Krieges an auf den Standpunkt gestanden, so früh wie möglich, vorausgesetzt, daß nicht Gegenanzeigen vorliegen. Unter diesen ist die hauptsächlichste die bestehende oder drohende Infektion. Erst in zweiter Linie kommen in Betracht, schwere Komplikationen und unter diesen in erster Linie gleichzeitig bestehende Knochen- und Gelenkverletzungen, die nicht selten die Amputation nötig machen. Überall, wo nicht zwingende Gründe vorliegen, soll man bei infektionsverdächtigen Wunden und bei schweren Komplikationen abwarten. Bei der arteriovenösen Fistel hat das ganz gewöhnlich keinerlei Bedenken, beim arteriellen und arteriovenösen Aneurysma mit Sack oder Bluthöhle dagegen wird man oft notgedrungen operieren müssen, trotz aller Gegenanzeigen, wenn schwere Infektionen der Aneurysmahöhlen, Blutungen oder plötzliches Wachstum auftreten. Es liegt in der Natur der Sache, daß diese drei Komplikationen häufig zusammen vorkommen, weil die eine sich aus der anderen entwickelt. Diese Notwendigkeit der Operation ergibt sich aus dem bereits Geschilderten ohne weiteres. Aber auch andere Gründe, z. B. die oft geradezu unerträglichen Schmerzen, die kein Narkotikum stillt, Gelenkkontrakturen und zunehmende Nervenlähmungen, Muskelnekrosen, heftiges Ödem und Ernährungsstörungen in den peripher vom Aneurysma gelegenen Körperteilen können zur vorzeitigen Operation zwingen. Fehlen diese Erscheinungen, die ohne alle sonstigen Rücksichten den operativen Eingriff erfordern, so kann und soll man auch bei den letztgenannten Aneurysmen ruhig abwarten, sofern sich die Verletzten in guter Krankenhausbehandlung befinden, bis die Komplikationen beseitigt, z. B. ein Knochenbruch geheilt, um die gefährliche Anfangszeit herumgebracht ist, oder, was immer die Hauptsache ist, bis die Infektion abgeklungen ist. Das letztere ist meist gleich-

bedeutend mit der Heilung der äußeren Wunde. Auch habe ich es mir zur Regel gemacht, größere Steckgeschosse und andere Fremdkörper, wenn möglich, vor der Operation des Aneurysmas zu entfernen. Natürlich muß man den Kranken aufs sorgfältigste beobachten, um die genannten Zustände, die eine sofortige Operation erheischen, rechtzeitig zu erkennen und ihn sorgfältig bewachen, um bei plötzlichen Blutungen gleich Hilfe leisten zu können. Das beschrieb ich schon. Die Wartezeit kann man in den geeigneten Fällen zu dem Versuche benutzen, das Aneurysma durch Kompressionsbehandlung zu heilen, von der ich indessen niemals einen Erfolg gesehen habe.

Weitere allgemeine Regeln lassen sich meines Erachtens nicht geben. Es muß hier von Fall zu Fall entschieden werden. Nur möchte ich wiederholen, daß ich es für eine mehr theoretische Forderung halte, mit der Operation zu warten, um eine bessere Ausbildung des Kollateralkreislaufes zu erzielen.

Praktisch gestaltet sich die Operation der Aneurysmen folgendermaßen: Bei dem häufigsten Sitz an den Gliedern soll künstliche Blutleere angelegt werden. Neben den Hauptvorteilen dieses Mittels, der ungeheuren Erleichterung der Operation und dem Vermeiden der Blutung, sehe ich einen weiteren erheblichen Nutzen darin, daß Klemmen und andere Verschlüsse der Gefäße, die nur zu leicht ihre Wände schädigen, und Operateur und Assistenten hindern, überflüssig sind. Der Einwand, die Aufsuchung der Gefäße sei unter künstlicher Blutleere erschwert, kann nicht in Betracht kommen, da wir doch von unseren Examenskandidaten verlangen, daß sie die Gefäße an der Leiche finden. Zur Not könnte man die Gefäße erst freilegen und dann für die Präparation und Versorgung des Aneurysmas die künstliche Blutleere benutzen, obwohl dies unpraktisch ist.

Ich habe eine große Reihe von Aneurysmen der Glieder ohne künstliche Blutleere operiert, lediglich um naturgetreue Bilder zu erhalten\*). Dabei trat die Erleichterung der Operation durch die künstliche Blutleere so recht zutage.

Bei allen Aneurysmen, die Säcke oder Bluthöhlen bilden, spaltet man die letzteren sofort an dem blutleeren Gliede, dringt in die Höhle ein, nimmt die Gerinnsel heraus, reinigt den Sack vom flüssigen Blut und sieht nun meist sofort die Öffnung in der Arterie, zuweilen auch beim arteriovenösen Aneurysma in beiden Gefäßen. Handelt es sich dann, wie das in der Mehrzahl der Fälle angeht, um eine seitliche Naht, so ist die Operation meist in wenigen Minuten beendet, denn die seitliche Naht ist gewöhnlich außerordentlich einfach, da die Intima bei diesen Gefäßverletzungen schon nach außen umgekrempelt und nach außen gewuchert ist. Mit geringer Assistenz und ungehindert von Gefäßklemmen und sonstigen Instrumenten vollendet man die fortlaufende Naht. Die Präparation der Gefäße ist in diesen so außerordentlich häufigen, einfach liegenden Fällen nicht nur unnötig, sondern schädlich.

Dieses zuerst von KIKUZY\*\*) empfohlene Verfahren der Spaltung des Sackes des Kriegaaneurysmas stellt einen erheblichen Fortschritt dar. Es ist der MATASschen Operation, die ich schon beschrieb, nachgebildet.

Da die Verletzungen der Gefäße sich infolge der Elastizität der Wand gewöhnlich in Längslücken ausziehen, so muß man in der Regel in der Längsrichtung nähen.

Die Bluthöhle oder den Sack verödet man durch versenkte Nähte, vorausgesetzt, daß leidlich aseptische Verhältnisse vorliegen. Ist das letztere nicht der Fall, oder war die Höhle sehr groß, so führt man ein gefesseltes Dränrohr ein, das nach hinten herausgeführt und nach 2 Tagen, ohne Verbandwechsel vorzunehmen, entfernt wird.

\*) Diese von der Hand der bewährten Kunstmalerin Frau Dr. SIMONS-WENDLAND angefertigten farbigen Bilder waren für diese Abhandlung bestimmt. Die Knappheit des Papiere und andere Gründe, die eine vollendete Wiedergabe verhindern, zwingen mich, die Veröffentlichung dieser Bilder auf günstigere Zeiten zu verschieben.

\*\*) Das Verfahren soll schon von JYME geübt sein, geriet aber in Vergessenheit.



Da große Höhlen immer bis nahe an die Haut der Hinterwand des Gliedes reichen, ist die Gegenöffnung für das Herausleiten des Dränrohres leicht herzustellen. Daß das letztere nicht in Berührung mit den Gefäßen oder gar mit deren Naht kommen darf, braucht wohl kaum erwähnt zu werden. Die genähte Arterie darf nicht ungeschützt durch eine große Höhle verlaufen, sondern muß gegen sie durch ein zusammengeinähtes Muskelunterfutter abgeschlossen werden. Bei drohender Infektionsgefahr tamponiert man die Höhle locker oder man behandelt sie bei nach hinten hergestelltem Abfluß nach KLAPPS Vorschlag offen.

Bei den arteriovenösen Aneurysmen handelt es sich in der Zeit, wo sie zur Operation kommen, meist um die arteriovenöse Fistel. Sie muß genau präpariert werden, bis sie frei vorliegt und bis alle anatomischen Verhältnisse völlig geklärt sind. Man muß die Gefäße, wenigstens in der Nähe der arteriovenösen Fistel, lediglich scharf präparieren, stumpfe Präparation ist hier vom Übel, sie zerfetzt und zerreißt nur die Vene. Überhaupt bin ich kein Freund der stumpfen Präparation des Aneurysmas. Sind die Gefäße präpariert, so wird die arteriovenöse Verbindung getrennt, ohne daß man die Löcher der Gefäße künstlich größer macht, als sie sind, und jedes Gefäß für sich genäht. Auch hier soll man möglichst mit der seitlichen Naht der Arterie auskommen. Seitdem wir die Plastik aus der Venenwand nach OEHLECKER kennen, wird dies in der Regel möglich sein. Von der erweiterten Vene wird man immer genügend Wandmaterial entnehmen können, ohne sie nachher bei der Naht ungebührlich zu verengen.

Liegt beim arteriovenösen Aneurysma ein Varix aneurysmaticus vor, so braucht man sich um ihn nicht weiter zu kümmern. Die erweiterte Vene fällt nach der Abtrennung der Arterie von selbst zusammen. Nur in einem Falle von sehr großem Varix aneurysmaticus an der Subclavia habe ich den Sack durch einige Nähte gefaltet. Das war aber wohl überflüssig.

Wo die seitliche Naht nicht möglich ist, weil von der Arterienwand zu viel verlorengegang, oder gar die Ader abgeschossen war, muß man das zerschossene Stück und die benachbarten Arterienteile bzw. beim Abschluß die auseinander gewichenen Stümpfe genau herauspräparieren unter peinlichster Schonung der Nebenäste. Das zerschossene Stück wird reseziert und die Stümpfe der Arterie werden durch ringförmige Naht vereinigt.

Hierbei ist folgendes zu beachten: Fast immer sind in etwas älteren Fällen, die ja die große Mehrzahl bei der Operation ausmachen, die Gefäße in so mächtige Schwielen eingebettet, wie man sie sonst nur selten zu sehen bekommt. Man liest häufig, daß hier die Naht wegen der Unmöglichkeit, die Gefäße herauszupräparieren, nicht auszuführen gewesen sei. Dem muß ich widersprechen. Mir ist, abgesehen von den intrathorakalen und endokraniellen Aneurysmen und von einem Aneurysma der A. vertebralis, bei dem ich die Operation wegen Atemstillstandes unterbrechen mußte, überall, wo es mir darauf ankam, die Präparation nicht nur der Arterie, sondern auch der Vene bis in alle Einzelheiten gelungen. Allerdings ging es ohne Verletzung der letzteren oft nicht ab, aber die dadurch entstandenen Löcher ließen sich leicht und ohne Schaden für das Gefäß vernähen. Ich bemerke noch, daß bei sehr starker Schwielenbildung die Venen, im Gegensatz zu den Arterien, häufig thrombosiert waren.

Bei der Präparation der Venen lege ich kein Gewicht auf die Erhaltung der Nebenäste.

Vor allem aber merke man sich, daß man trotz starker schwieliger Verdickung der Arterienwand mit der Resektion nicht wesentlich über das Arterienloch hinausgehen braucht. Hat man den schwielig verdickten Teil durchschnitten, so sieht man, daß die Verschwielenung im wesentlichen nur die Adventitia betrifft, und daß man daraus die Arterie lösen und vernähen kann. Insonderheit ist die Intima gut erhalten,

wenn auch zuweilen verdickt und brüchig. Man kann auch den umgekehrten Weg gehen und die Schwiele der Adventitia von den gesunden Teilen der Arterie her spalten und abziehen. Man erfüllt damit auch ganz von selbst die für alle Gefäßnähte gültige Regel, die Adventitia zurückzuschieben. Sogar eine dreifingerbreite Lücke bei Abschluß der A. brachialis, wo die Enden in einen zwischenliegenden Blutsack führten und trotz der weiten Entfernung voneinander nicht thrombosiert waren, konnte ich mit diesem Vorgehen nach Lösung der Enden mit Leichtigkeit überbrücken und die ringförmige Arteriennaht ausführen.

Ferner muß man in solchen Fällen unter sorgfältiger Schonung der Nebenäste, die nötigenfalls auch ein Stück weit präpariert werden müssen, die Arterie bis in völlig gesunde Gebiete nach beiden Seiten hin freilegen, dann ist sie wegen ihrer Elastizität, wenigstens bei jugendlichen Leuten, außerordentlich dehnbar. Selbstverständlich bringt man bei stärkerer Spannung die Glieder in die günstigste Stellung für die Naht, und zwar meist in Beugestellung.

Gegen diese weitgehende Verwendung der unmittelbaren Gefäßnaht wendet LEXER ein, daß man besonders bei Nahschüssen und Granatsplitterverletzungen fast regelmäßig quere Einrisse der Intima und Media vorfinde, welche sich nach beiden Seiten hin mehrere Zentimeter weit von der Verletzungsstelle erstrecken und so verbreitet sein können, daß die beiden Arterienhäute in kleinen inselartigen Schollen an der Adventitia kleben, und deshalb für die Naht ungeeignet seien. Demgegenüber kann ich nur wiederholen, daß ich bei meinen doch gewiß zahlreichen Arteriennähten, seitdem ich die genannten Regeln befolge, bis auf die paar Fälle, die ich schon erwähnte, stets die unmittelbare Naht habe ausführen können, ohne Nachteile davon zu sehen, und daß ich auch die drei Venentransplantationen, die ich im Anfange ausführte, nicht nötig gehabt hätte, wenn ich jene Regeln damals schon befolgt hätte. Daß sie von anderen nicht beherzigt sind, geht wohl am besten daraus hervor, daß man selbst bei einfachen arteriovenösen Fisteln die Arterie so weit resezierte, daß eine Venentransplantation nötig wurde. Die Ausdehnung der Arterienverletzung wird offenbar ebenso über-, wie die Dehnungsfähigkeit der Arterie unterschätzt. Auch schadet eine gewisse Spannung der Arterie nichts. Allerdings besteht bei Brüchigkeit und Spannung der Arterienwand die Gefahr, daß die Nähte durchschneiden. Dies betrifft aber fast nur die beiden Haltefäden, die zunächst die ganze Spannung auszuhalten haben. Näht man vorsichtig und unter langsamem Anziehen des Fadens fortlaufend weiter, so verteilt sich die Spannung bald auf zahlreiche Fadenschlingen und die Naht hält auch in der brüchigen Wand. Wo die ersten Fäden eingeschnitten haben, muß dann nachträglich noch sorgfältig genäht werden.

Auch bei den häufigen Durchschüssen der größeren Arterien, wobei sich gewöhnlich zwei Aneurysmen, entweder zwei arterielle oder ein arterielles und ein arteriovenöses vorfinden, muß man das verletzte Stück in der Regel resezieren. Ich habe früher, auf Grund zweier schlechter Erfahrungen, geraten, hier grundsätzlich von der seitlichen Naht abzusehen. Neuerdings habe ich sie doch in zwei Fällen mit gutem Erfolge und mit durchaus genügend weitem Arterienrohr ausgeführt. Man wird sich also auch hier nach dem Einzelfalle zu richten haben.

Für gänzlich verfehlt halte ich die früher übliche Sackexstirpation, da sie viel zu viel von der Arterie opfert, die, wie schon erwähnt wurde, sich bei den Kriegsaneurysmen niemals in ausgedehnter Weise an der Sackbildung beteiligt. Auch wenn man auf die Naht verzichten und unterbinden will, ist die Sackexstirpation verfehlt, denn sie opfert die wichtigsten Seitenäste, die den Kollateralkreislauf vermitteln. Dieser Operation ist manches Glied, das brandig wurde, zum Opfer gefallen.

Damit will ich nicht behaupten, daß man bei richtiger Präparation und Vereinigung der verletzten Arterie nicht überflüssige, leicht zu beseitigende Sackteile wegschneiden dürfe. Das hat aber wenig Zweck, denn der Sack schließt sich bei richtiger Behandlung leicht und hindert nicht, es sei denn, daß er verkalkt sei.

Die Technik der Unterbindung, die bei größeren Arterien nur zulässig ist, wenn Gegenanzeigen für die Naht vorliegen, oder aus klaren Zeichen hervorgeht, daß die Unterbindung ungefährlich ist (z. B. Aneurysma einer abgeschossenen Arterie, deren peripheres Ende thrombosiert ist), geht aus dem früher bei den Gefäßverletzungen Gesagten hervor.

Alles, was hier geschildert wurde, läßt sich ohne Schwierigkeit, besonders aber ohne Gefahr für den Kranken unter künstlicher Blutleere ausführen, während man ohne dieselbe mit der Blutung zu kämpfen hat, die Gefäße abklemmen muß, mehr Assistenz nötig hat und den Kranken in die Gefahr des Blutverlustes bringt. Diesen Vorteilen stehen so gut wie keine Nachteile gegenüber. Deshalb soll man die künstliche Blutleere verwenden, wo es irgend geht. So legen wir bei hochsitzenden Aneurysmen der A. femoralis und A. brachialis die Blutleere mit dem Trendelenburgschen Spieße, bei Aneurysmen des obersten Teiles der A. femoralis, A. iliaca, der A. profunda femoris, der A. glutea superior die Momburgsche Blutleere an.

Mit die größten Schwierigkeiten boten die tiefsitzenden Aneurysmen der A. profunda femoris und der A. glutea superior, mochte die letztere nun gerade an ihrem Austritt aus dem Becken oder noch im Becken verletzt sein. Überhaupt unterschätzt man die Stärke der sogenannten „Nebenäste“. Ich habe die A. profunda femoris stärker gefunden als den sogenannten „Hauptstamm“. Für Aneurysmenoperationen gerade an diesen versteckter liegenden Arterien bietet die Momburgsche Blutleere außerordentliche Vorteile. Unangenehme Nachwirkungen habe ich bei sehr häufiger Anwendung nie von ihr gesehen und von den Soldaten wurde sie ausgezeichnet vertragen. Allerdings rate ich, die Vorschriften Momburgs genau zu befolgen, da bei deren Vernachlässigung leicht gefährliche Zufälle auftreten können.

Bei Aneurysmen, die zu starker venöser Stauung der Glieder geführt haben, ist es zweckmäßig, das überschüssige Blut vor der Abschnürung mit der Expulsionsbinde auszuwickeln, doch darf man damit wegen der Gefahr der Verschleppung von Thromben höchstens bis an das Aneurysma herangehen. Trotzdem befindet sich bei der Operation noch reichlich Blut im Gliede, auch wenn es vorher hochgehalten wurde, um so mehr, als meist bei den Aneurysmen eine starke venöse Stauung besteht. Das überschüssige Blut strömt deshalb trotz der Blutleere aus den kleinsten Venenwunden heraus. Auch aus den Arterienlöchern sickert fortwährend Blut. Das ist aber, wenn der Hauptüberschuß des Blutes aus der Wunde abgelaufen ist, kein Nachteil, sondern eher ein Vorteil. Es ermöglicht den Operateur, fast alle Gefäßverletzungen unter künstlicher Blutleere zu finden und die Blutung zu stillen. (Hat man doch sogar, um genügend Blut im abgeschnürten Gliede zu erhalten, vorher unterhalb eine Stauungsbinde angelegt, um so einen Blutspeicher zu schaffen, der nach Lösen der Stauungsbinde das Erkennen der durchschnittenen Gefäße ermöglichen sollte, was ich für überflüssig halte.) Meist erkennt man sogar die noch undichte Gefäßnaht am Aussickern des Blutes, besonders dann, wenn man das Glied nach der verletzten Stelle hin ausstreicht.

Weit schwieriger und gefährlicher gestaltet sich die Aneurysmenoperation an Körperteilen, wo sich künstliche Blutleere nicht anwenden läßt. Hier wird die Arterie und bei arteriovenösem Aneurysma außerdem die Vene oberhalb und unterhalb der Verletzung freigelegt und an beiden Stellen ein Faden umgelegt. Die Fäden können jeden Augenblick zugezogen oder angespannt werden, wenn der Aneurysmensack oder eines der Gefäße verletzt werden und eine heftige Blutung entstehen sollte. Erst nachdem die Fadensicherungen liegen, präpariert man vorsichtig das Aneurysma. In dem Maße, wie die Gefäße weiter freigelegt werden, geht man mit den Fadenschlingen näher an das Aneurysma heran und beseitigt die entfernt liegenden. Ist die Präparation des Aneurysmasackes oder der arteriovenösen Fistel vollendet, so legt man oberhalb und unterhalb besonders hergerichtete Klemmen an, deren Arme



mit Gummi überzogen sind, um die Gefäßwand möglichst zu schonen. Nunmehr öffnet man den Aneurysmensack und verfährt, wie ich schon beschrieb. Trotz der beiderseitigen Abklemmung der Hauptarterie ist die Blutung aus Kollateralen, die in den Sack münden, häufig sehr stark. Dann fährt man am besten mit dem Finger in den Sack und schließt damit zunächst das Loch, aus dem es blutet. Nimmt dabei die Hand zu viel Platz weg, so ersetzt man den Finger durch einen kleinen pelottenartig zusammengedrehten festen Stieltupfer. Jetzt unterrichtet man sich erst, nachdem alles Blut sorgfältig ausgeräumt und abgetupft war, über die vorliegenden Verhältnisse, vor allem darüber, ob eine seitliche Naht möglich, oder eine Resektion der zerschossenen Ader nötig ist. Im ersteren Falle vereinigt man den Schlitz, wenn es aus ihm, wie gewöhnlich, noch blutet, indem man von einem Ende, unter allmählichem Zurückziehen des verschließenden Fingers, die Naht anlegt, oder, indem man am oberen und unteren Ende einen Fadenzügel anlegt, und beide lang zieht. Dann schließt sich der Schlitz, während sich von selbst Intima auf Intima legt, und die Naht ist sehr bequem auszuführen.

Ist die Resektion und ringförmige Naht der Arterie nötig, so präpariert man die Ader vollständig heraus, nachdem sie selbst und ihre Nebenäste durch Klemmen geschlossen waren.

Man lüftet die Klemmen nach Vollendung der Naht, um sich von ihrer Dichtigkeit zu überzeugen. Oft genügt es, nur die peripheren Klemmen fortzunehmen. Dann blutet es aus Nahtlücken und aus Stichkanälen. In den ersteren fügt man nötigenfalls noch Nähte zu, bei den letzteren genügt ein kurzes Aufdrücken eines Tupfers oder Fingers, um die Blutung zu stillen.

Diese Mittel sind natürlich auch nötig, wenn man die Naht der Arterie unter künstlicher Blutleere gemacht hat.

Auch die Unterbindung gestaltet sich ohne künstliche Blutleere wesentlich schwieriger. Einfach oberhalb und unterhalb des Sackes zu unterbinden, ist fehlerhaft, denn dabei opfert man viel zu viel Kollateralen. Auch hier gilt die Regel, die ich bei der Behandlung der Nachblutungen an die erste Stelle setzte: Man unterbinde stets am Orte der Verletzung selbst, nicht mehr oder weniger weit davon entfernt. Man muß sich also mit der Unterbindung bis unmittelbar an das Gefäßloch heranbegeben. Zu dem Zwecke muß man schließlich den Sack spalten. Dabei blutet es, selbst wenn man oberhalb und unterhalb die Arterie vorläufig geschlossen hat, zuweilen ganz gewaltig. Zwischen den beiden Unterbindungen wird die Arterie durchtrennt, unter Umständen ihr verletztes Stück auch herausgeschnitten. Beim arteriovenösen Aneurysma geschieht dasselbe mit Arterie und Vene, oder man unterbindet die Arterie allein dicht oberhalb und dicht unterhalb des Loches und schneidet sie zwischen den Unterbindungen durch, das Loch in der Vene näht man zu. Der Vorschlag von FRANZ beim arteriovenösen Aneurysma der Carotis communis, das außer dem lästigen für den Verletzten hörbaren Schwirren keine Beschwerden macht, die Vene nur hirnwärts von der arteriovenösen Fistel zu unterbinden, ist nach einer Beobachtung von FROMME gefährlich. Denn FROMME sah in einem solchen Falle ein Angioma arteriale racemosum mit all seinen schädlichen und gefährlichen Folgen danach entstehen.

Ich erwähnte schon, daß man im letzten Kriege an allen größeren und mittleren Arterien äußerer Körperteile bis zur A. temporalis, maxillaris, mammaria, der radialis, ulnaris usw. herab Aneurysmen beobachtet hat. Daß dagegen die Aneurysmen der Eingeweidearterien fast völlig wegfallen, hat seine guten Gründe, denn ihre Verletzungen führen, da sie frei in die großen Körperhöhlen bluten, entweder zum Tode oder werden wegen der Gefahr der Ausblutung gleich operiert. Es kommt also sehr selten zur Ausbildung von traumatischen Aneurysmen. Am häufigsten sah man solche, aus klaren Gründen, im Innern der Leber. Auch an der Niere wurden mehrfach traumatische Aneurysmen operiert. Meist wurde das Organ

dabei entfernt. Nur in einem Falle wurde durch ORTH ein Aneurysma der Nierenarterie durch seitliche Naht der durch einen Stich verletzten Ader operiert und geheilt, und zwar mit Erhaltung der Niere. Es handelte sich um einen Mann, der zwei Jahre vorher bei einer Rauferei einen Messerstich bekommen hatte.

Meines Wissens sind aber im letzten Kriege traumatische Aneurysmen an den Gefäßen der Niere, der Milz, des Magens und Darmes, der Blase, der Lungen nicht beobachtet oder operiert worden, dagegen häufig schon früher traumatische Aneurysmen der Milz (s. MULLEY).

Ein im Innern der Leber gelegenes Aneurysma der A. hepatica wurde von SUDECK operiert (beschrieben von KÄDING und von SUDECK). Er unterband die A. hepatica communis und heilte den Verletzten ohne jede Nekrose an der Leber. Schon früher (1903) hatte KEHR wegen eines nicht traumatischen Aneurysmas die A. hepatica propria unterbunden und den Kranken geheilt; allerdings mit teilweiser Nekrose der Leber. SUDECKS Fall, sowie die Ergebnisse des Tierversuches beweisen, daß die Unterbindung der A. hepatica communis der der propria wegen der besseren Anastomosen vorzuziehen ist. Ebenso geht daraus hervor, daß man berechtigt ist, die Leberarterie zu unterbinden. Damit fallen alle sonstigen verwickelten und schwer auszuführenden oder unmöglichen Vorschläge fort, die man zur Beseitigung der Aneurysmen der Leberarterie gemacht hat.

Außerhalb der Leber werden sich traumatische Aneurysmen der Leberarterie aus den schon genannten Gründen wohl kaum entwickeln. Deshalb kommt die Arteriennaht bei Aneurysmen der Leberarterie schwerlich in Betracht.

#### Literatur.

- ABBE, Aneurysmography. *Annals of surg.* 1908. H. 7.  
 AUGSTEIN, Doppelseitiger pulsierender Exophthalmus als Kriegsverletzung. *Klin. Monatsbl. f. Augenh.* 1916 Bd. 56.  
 BÄTZNER, Phlebolith der Vena jugularis interna mit den klinischen Erscheinungen einer arteriovenösen Fistel. *Zbl. f. Chir.* 1918 Nr. 12.  
 BENETH, Über das Aneurysma der A. glut. sup. usw. *Berl. Klin. W.* 1919 Nr. 19.  
 BERGMANN, Über Gefäßverletzung der Kniekehle. *Festschrift der Uyssens-Stiftung*, Essen 1904.  
 BERNARD, Über arteriovenöse Aneurysmen. *M. Med. W.* 1920 Nr. 13.  
 BETHKE, Schußverletzung der Karotis. *M. Med. W.* 1915 Nr. 25 S. 870.  
 BIER, Über Kriegsaneurysmen. *D. Med. W.* 1915 S. 121.  
 — Kriegsaneurysmen. *Zeitschr. f. ärztl. Fortbildg.* 1915 Nr. 16 S. 481.  
 — Chirurgie der Gefäße. Aneurysmen. *Verh. d. kriegschir. Tagung*, Brüssel 7. 4. 15. *Bruns Beitr.* 1915 Bd. 96 S. 556.  
 — Die Entstehung des Kollateralkreislaufes. *Virch.-Arch.* 1897 Bd. 147 und 1898 Bd. 153.  
 BILLROTH-WINIWARTER, Die allgemeine chirurgische Pathologie und Therapie.  
 BITTNER, Aneurysma der Carotis interna. *Wien. Klin. W.* 1915 Nr. 1 S. 24.  
 BODE und FABIAN, Über die Transplantation freier und konservierter Gefäße. *Bruns Beitr.* Bd. 66.  
 BONIN, v., Aneurysmen durch Schußverletzungen und ihre Behandlung. *Bruns Beitr.* Bd. 97 H. 2.  
 — Über Pulsverlangsamung bei arteriovenösen Aneurysmen. *Bruns Beitr.* Bd. 109.  
 BORCHARD, Innere Verblutung. *Bruns Beitr.* 1915 Bd. 97.  
 — Zur Frage der Pseudoaneurysmen. Ist das Gefäßschwirren als ein charakteristisches Symptom eines Aneurysmas anzusehen? *Zbl. f. Chir.* 1916 Nr. 27.  
 BORNHAUPT, Gefäßverletzungen und traumatische Aneurysmen im Russisch-Japanischen Kriege. *Arch. f. klin. Chir.* 1905 Bd. 77 S. 590.  
 BORST und ENDERLEN, Über Transplantation von Gefäßen und ganzen Organen. *D. Zeitschr. f. Chir.* 1915 Bd. 99 S. 54.  
 BRAMANN, Die arteriovenösen Aneurysmen. *Arch. f. klin. Chir.* Bd. 33.  
 BRAUN, Über Ganglionneurome. Fall von Resektion und Naht der Bauchaorta. *Verh. d. dtsch. Ges. f. Chir.* 1908 Bd. 1 S. 122 und Bd. 2 S. 104.  
 BRENTANO, Über Gefäßschüsse und ihre Behandlung. *Arch. f. klin. Chir.* Bd. 80 S. 394.  
 BRIAN und JABOULAY, Recherches expérimentales sur la suture et la greffe artérielle. *Lyon méd.* 1896 S. 97.  
 BRUNZEL, Über unsere Erfahrungen bei Spätblutungen und Aneurysmen nach Schußverletzungen. *D. Zeitschr. f. Chir.* Bd. 136.  
 — Zur Bekämpfung der Blutungen aus der A. glutaeta sup. *D. Zeitschr. f. Chir.* Bd. 147.  
 BUSCH, Ein Fall von Aneurysma der A. maxillaris interna nach Schußverletzung. *Passow-Schaefers Beitr.* Bd. 9 H. 1-2.  
 BUSULLA, Über die Versorgung verletzter Extremitätenschlagadern in der Nähe des Schultergürtels und des Beckenringes. *Med. Klin.* 1917 Nr. 1.

- CARREL, *Technic and remote results of vascular anastomosis. Surgery gynaecol. and obstetr. Bd. 14 S. 3.*
- *Résultats éloignées de la transplantation des veines sur les artères. Rev. de chir. Bd. 30 Nr. 6.*
  - *Results of the transplantation of blood vessels, organs and limbs. Journ. of the amer. assoc. 1908, Nov. 1910.*
  - *La technique opératoire des anastomoses vasculaires. Lyon méd. 1902.*
  - *La transplantation des membres. Rev. de chir. 1908 Bd. 38.*
- CARREL et GUTHRIE, *Comp. de la soc. de biologie 1906 Bd. 1 S. 1039.*
- *Transplantation of blood vessels and organs. Brit. med. Assoc. 1906, 21.—25. 8., und Brit. med. Journ. 1906, 22. 12.*
- CARO, *Blutdrucksteigerung und Pulsverlangsamung bei Kompression traumatischer Aneurysmen. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. Bd. 29 H. 3.*
- COENEN, *Ein Rückblick auf 20 Monate feldärztlicher Tätigkeit, mit besonderer Berücksichtigung der Gasphegmone. Bruns Beitr. Bd. 103 H. 27.*
- *Zur Indikationsstellung bei der Operation der Aneurysmen und bei den Gefäßverletzungen. Zbl. f. Chir. 1913 Nr. 50.*
- COLMERS, *Das Aneurysma der A. obt. infolge Schußverletzung und seine Behandlung. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 13.*
- DANIELSEN, *Sind Wundinfektion und lang dauernde Abschnürung Gegenindikationen gegen die Gefäßnaht bei Verletzungen? Zbl. f. Chir. 1913 S. 381.*
- DELANGLANDE, *Aneurysme artério-veineux de la cuisse. Rev. de chir. 1908 Bd. 38.*
- DELBET, *Traitement des aneurysmes. Statistiques nouvelles. Rev. de chir. 1908 Bd. 38.*
- DILGER, *Gefäßverletzungen im Kriege usw. M. Med. W. 1915.*
- DILGER und MEYER, *Kriegschirurgische Erfahrungen aus den beiden Balkankriegen 1912/13. D. Zeitschr. f. Chir. 1913 Bd. 127 S. 225.*
- DOBERAUER, *Die Unterbindung großer Gefäßstämme mit Hilfe der allmählichen Zuschnürung. Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. 1908.*
- DOHMEN, *Über die Prüfung des Kollateralkreislaufes usw. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 139.*
- DREYER, *Prüfung des Henle-Coenenschen Zeichens an einem Seitenast. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 42.*
- *Zur Frage der Fernwirkungen bei Schußverletzungen. D. Med. W. 1917 Nr. 2.*
- DRÜNER, *Die Freilegung von Nerven- und Gefäßstämmen von Arm und Schulter nebst Bemerkungen über Aneurysmen. D. Med. W. 1917 Nr. 5.*
- *Über die chirurgische Anatomie der Arteria vertebralis. Bruns Beitr. 1918 Bd. 112 H. 3.*
- EDEN, *Zur Technik der Gefäßnaht. Bruns Beitr. Bd. 80.*
- ENDERLEN, *Sitzungsbericht des Würzburger Ärzteabends vom 30. 5. 16. M. Med. W. 1916 Nr. 30.*
- *Verhandlungen der mittelhheinischen Chirurtagung 1916. Bruns Beitr. Bd. 98 S. 677.*
  - *Erfahrungen eines beratenden Chirurgen. Bruns Beitr. Bd. 98.*
- ERKES, *Zur Bekämpfung der Nachblutung aus der A. glutaica sup. bei Schußverletzungen des Beckens. M. Med. W. 1916 Nr. 33 (Feldärztl. Beil.).*
- FAYKISS, *Die Arteriennaht. Bruns Beitr. Bd. 58.*
- FISCHER und SCHMIEDEN, *Experimentelle Untersuchungen über die funktionelle Anpassung der Gefäßwand. Histologie transplanterter Gefäße. Frankf. Zeitschr. f. Pathol. 1909 Bd. 3.*
- FLEIG, *L'anastomose circulaire des vaisseaux par suture, Ref.: Zbl. f. Chir. 1910, Nr. 42.*
- FLESCHE, *Zur Kasuistik des Aneurysmas der Schenkelarterie. M. Med. W. 1916 Nr. 6.*
- FLÖRCKEN, *Zur Bekämpfung der Nachblutung aus der A. glutaica sup. durch Unterbindung der A. hypogastrica. M. Med. W. 1916 Nr. 42 S. 1499.*
- *Unsere operative Tätigkeit im Feldlazarett. M. Med. W. 1915 Nr. 7.*
- FONIO, *Über die Wirkung der intravenösen und subkutanen Injektionen von Koagulen Kocher-Fonio im Tierversuch nebst einigen therapeutischen Erfahrungen. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1914 Bd. 27.*
- FORT, LE, *Aneurysme diffus du creux poplitée; suture de l'orifice circulaire. Rev. de chir. 1904 Bd. 29 S. 295.*
- FOWELIN und WILSON, *Gehirnaneurysma durch Schußverletzung, geheilt durch Unterbindung der A. carotis com. D. Med. W. 1918 Nr. 13.*
- FRANZ, *Über Geräusche bei Aneurysmen und bei Pseudoaneurysmen. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 5.*
- *Müssen arteriovenöse Fisteln operiert werden? Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 50.*
  - *Gefäßgeräusche bei Aneurysmen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 57.*
- FRISCH, v., *Kollateralzeichen zur Indikationsstellung bei der Operation der Aneurysmen und bei den Gefäßverletzungen. Zbl. f. Chir. 1914 S. 89.*
- *Kriegschirurgische Erfahrungen über Aneurysmen. Bruns Beitr. 1914 Bd. 91 S. 186.*
  - *Zwei Fälle von Aneurysmen. Demonstration. Wien. Klin. W. 1915 S. 430.*
  - *Beitrag zur Behandlung peripherer Aneurysmen. Arch. f. klin. Chir. 1906 Bd. 79 H. 2.*
- FRISCHBERG, *Verletzungen und traumatische Aneurysmen der A. glutaica sup. et inf. sive ischiadica. Arch. f. klin. Chir. Bd. 103 S. 679.*
- FROMME, *Über Kriegsaneurysmen. Bruns Beitr. Bd. 105.*
- *Über die Beziehungen des Aneurysma arteriovenosum zum Angioma arteriale racemosum. Bruns Beitr. Bd. 114.*
- GARDNER, *De l'aneurysmorrhaphie. Gaz. des Hôpitaux 1910 Nr. 118 S. 1599.*
- GARRÉ, *Seitliche Naht der Arterie bei Aneurysmaextirpationen. D. Zeitschr. f. Chir. 1906 Bd. 82 S. 287.*
- GEBELE, *Über Aneurysmen durch Schußverletzungen. Bruns Beitr. Bd. 100 H. 1.*



- GENEWEIN, Selbstheilung eines traumatischen Aneurysmas. Bruns Beitr. 1914 Bd. 93.
- GLASSTEIN, Über die zirkuläre Gefäßnaht und über die Transplantation der Gefäße. Bruns Beitr. 1911 Bd. 74.
- GLUCK, Die moderne Chirurgie des Zirkulationsapparates. Berliner Klinik 1898.
- Gobiet, Über Kriegsaneurysmen. Wien. Klin. W. 1917 Nr. 33 S. 1033.
- GOLDAMMER, Die Kriegsverletzungen der Blutgefäße und ihre operative Behandlung. Bruns Beitr. 1917 Bd. 106 H. 5.
- Zur Operation der Glutäalaneurysmen. D. Zeitschr. f. lt. Bd. 148.
- GRAF, Erfahrungen über Gefäßverletzungen. Bruns Beitr. Bd. 98.
- Funktionsprüfung unterbundener und genähter Schlagadern. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 104.
- GRUBER, Beobachtung von Muskelverknöcherung in der Umgebung eines sog. traumatischen Aneurysmas. Zbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. 1915 Bd. 26 Nr. 7.
- GRUBER und WERNER, Zur Frage der Unterbindung der Karotis und ihre Folgen aufs Gehirn. D. Med. W. 1919 Nr. 41.
- GULEKE, Zur Freilegung der Subklaviaaneurysmen. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 32.
- GUNDERMANN, Kriegschirurgischer Bericht aus der Gießener Klinik. Bruns Beitr. Bd. 97 S. 515 ff.
- GUTHRIE, Blood-vessel surgery and its applications. London. Edward Arnold 1912. Ref.: Zbl. f. Chir. 1912 S. 822.
- HABERLAND, Zur Technik der Gefäßnaht. Bruns Beitr. Bd. 100.
- Zur Epikrise der Schußaneurysmen. D. Med. W. 1916 Nr. 6.
- HEINLEIN, Zur Entstehung von Gefäßgeräuschen nach Aneurysmaoperationen. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 36.
- HELLER, Ein Beitrag zur sog. idealen Operation der arteriellen Aneurysmen. Arch. f. klin. Chir. 1911 Bd. 96.
- HENLE, Zur Indikationsstellung bei der Operation der Aneurysmen und bei den Gefäßverletzungen. Zbl. f. Chir. 1914 S. 91.
- HOFFMANN, Arterienplastik nach Arterienresektion. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 49.
- Aneurysma der A. vertebralis. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 14.
  - Ein  $\frac{3}{4}$  Jahre nach der Schußverletzung in die Erscheinung tretendes Aneurysma der A. und V. femoralis im Adduktorenkanal. D. Med. W. 1918 Nr. 39.
- HONIGMANN, Über Schußverletzungen der Blutgefäße. Berl. Klin. W. 1915 Nr. 3.
- HOTZ, Zur Chirurgie der Blutgefäße. Bruns Beitr. 1915 Bd. 97 H. 2.
- Zur chirurgischen Behandlung der Aneurysmen. M. Med. W. 1915 Nr. 7 S. 239 u. 240.
- HABERER, V., Gefäßchirurgie. Wien. Klin. W. 1917 Nr. 10.
- Bericht über 13 Aneurysmen aus dem gegenwärtigen Kriege. Wien. Klin. W. 1914 Nr. 46.
  - Zirkuläre Naht der Carotis communis. Wien. Klin. W. 1914 Nr. 48.
  - Über Gefäßgeräusche nach Aneurysmaoperation mit Gefäßnaht. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 26.
  - Nochmals zur Frage des Gefäßschwirrens. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 26.
  - Weitere Erfahrungen über Kriegsaneurysmen, mit besonderer Berücksichtigung der Gefäßnaht. Wien. Klin. W. 1915 Nr. 17/18.
  - Kriegsaneurysmen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 107 H. 4.
  - Schußverletzung mit Gefäßschwirren ohne Aneurysmabildung. Med. Klin. 1916 Nr. 17.
  - Diagnose und Behandlung der Gefäßverletzungen. M. Med. W. 1918 Nr. 14.
  - Gefäßchirurgie im gegenwärtigen Kriege. M. Med. W. 1918 Nr. 14.
- HALSTED, Der partielle Verschluss großer Arterien. Verh. d. Dtsch. Ges. f. Chir. 1914 Bd. 2 S. 349.
- HANDMANN und HOFMANN, Traumatische Thrombose der Vena cava inferior nach Steckschuß. D. Med. W. 1916 Nr. 20.
- HANS, Seitliche Naht des Durchschusses der A. subclavia. Med. Klin. 1915 Nr. 33.
- HARRASS, Zur operativen Behandlung traumatischer Aneurysmen. M. Med. W. 1915 Nr. 7 S. 240/241.
- HARTLEIB, Unterbindung der A. femoralis im oberen Drittel. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 9.
- HARTUNG, Zur Klärung der Frage der Pseudoaneurysmen. Med. Klin. 1917 Nr. 23.
- HÄUBER, Über das durch Schußverletzung entstandene Aneurysma und seine Behandlung. M. Med. W. 1916 Nr. 13.
- HEIDLER, Gefäßschuß und Gasbrand. Wien. Klin. W. 1916 Nr. 9.
- HEPKE, Verh. d. Dtsch. Ges. f. Chir. 1912 Bd. 1 S. 134.
- HEYROWSKY, Über infizierte Gefäßschüsse. Wien. Klin. W. 1915.
- HÖPFNER, Über Gefäßnaht, Gefäßtransplantationen und Replantation von amputierten Extremitäten. Arch. f. klin. Chir. Bd. 70 S. 417.
- JMAI, Ein durch Exstirpation geheilter Fall von Aneurysma der Arteria anonyma. D. Med. W. 1913 S. 1147.
- ISRAEL, A., Über die Entstehung des Gefäßgeräusches im arteriovenösen Aneurysma nebst Bemerkungen über Erzeugung eines Venengeräusches durch intravenöse Infusion. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 149.
- ISRAEL, J., Angiektasie im Stromgebiet der A. tibialis antica. Beobachtung usw. Arch. f. klin. Chir. Bd. 21 S. 109.
- JABROTITSCH, Kriegschirurgische Erfahrungen über arteriovenöse Aneurysmen. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 127.
- JASINOWSKY, Ein Beitrag zur Lehre von der Gefäßnaht. Arch. f. klin. Chir. Bd. 42.
- Die Arteriennaht. Eine experimentell chirurgische Studie. Inaug.-Diss. Dorpat 1889.
- JASTRAM, Über Aneurysmenbildung der A. carotis externa. Bruns Beitr. 1914 Bd. 93 S. 341.
- JEGER, Die Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens. Verlag Hirschwald, Berlin 1913.
- Kriegschirurgische Erfahrungen über Blutgefäßnaht. M. Med. W. 1914 Nr. 50.
  - Zur Technik der Blutgefäßnaht. Bruns Beitr. Bd. 97.

- JEHN, Ein Beitrag zur Kasuistik der Gefäßverletzungen. *M. Med. W.* 1918 Nr. 35.
- JENSEN, Über zirkuläre Gefäßsuture. *Arch. f. klin. Chir.* Bd. 69 S. 938.
- JOSEPH, Aneurysma und Ligatur der A. vertebralis. *Zbl. f. Chir.* 1919 Nr. 23.
- JUSTI, Histologische Untersuchungen an Kriegsaneurysmen. *Frankf. Zeitschr. f. Pathol.* Bd. 20.
- JÜNGST, Verh. d. mittelh. Chir.-Tagung 1916. Diskussionsbemerkung. *Bruns Beitr.* Bd. 98 S. 680.
- KAPPIS, Über Schußverletzungen der großen Gefäße. *D. Med. W.* 1914 Nr. 52.
- KATHE, Steckschuß der Vena cava inferior. *D. Med. W.* 1915 Nr. 10.
- KATZENSTEIN, Über Entstehung und Wesen des arteriellen Kollateralkreislaufes. *D. Zeitschr. f. Chir.* Bd. 77.
- KÄDING, Geheilte Fall von intrahepatischem Aneurysma usw. *D. Zeitschr. f. Chir.* Bd. 150.
- KAUSCH, Ein durch Stenose vorgetäushtes Aneurysma der A. femoralis. *Berl. Klin. W.* 1916 Nr. 14.
- Aneurysmaoperation mit Gefäßnaht. *Berl. Klin. W.* 1916 S. 364.
- KEPPLER, Zur Frage der Blutleere bei Operationen an den Extremitäten. *Med. Klin.* 1916 Nr. 31.
- KIKUZI, Über die traumatischen Aneurysmen bei Schußwunden. *Bruns Beitr.* 1906 Bd. 50 S. 1.
- KEPPICH, Ein Beitrag zur Chirurgie der Blutgefäße. *Zbl. f. Chir.* Nr. 15.
- KINDMEYER, Drei seltene Gefäßverletzungen. *Wien. Klin. W.* 1919 Nr. 44.
- KLAPP, Über einige chirurgische Erfahrungen aus dem 2. Balkankriege. *Zbl. f. Chir.* 1914 Nr. 29.
- KNOLL, Arteriennahm im infizierten Gebiet. *Bruns Beitr.* 1917 Bd. 105 S. 350.
- KARATKOFF, Versuch einer Bestimmung der Kraft der arteriellen Kollateralen. *Inaug.-Diss., Petersburg* 1910.
- KÖRTE, Über Kriegsverletzungen der A. glutea sup. *Arch. f. klin. Chir.* Bd. 112.
- Ein Fall von Gefäßnaht bei Aneurysma arterio venosum popliteum. *Verh. d. Dtsch. Ges. f. Chir.* 1904 Bd. 1 S. 13.
- KOPFSTEIN, Ein Beitrag zur Exstirpation peripherer Aneurysmen. *Wien. Klin. Rundschau* 1896.
- KRECKE, Beitrag zur Fehldiagnose, Spontanheilung und konservative Behandlung der Aneurysmen. *M. Med. W.* 1917 Nr. 30.
- KREDEL, Soll man arteriovenöse Aneurysmen operieren? *Zbl. f. Chir.* 1916 Nr. 32.
- KREUTER, Aneurysma venosum verum der Iliaca externa als Folge eines Aneurysma arteriovenosum der Femoralis. *Zbl. f. Chir.* 1919 Nr. 49.
- KRISCHE, Zur Operation der Glutäaneurysmen. *D. Zeitschr. f. Chir.* 1919 Bd. 148 H. 5/6.
- KRÜGER, Klinische Beiträge zur Gefäßchirurgie. *Arch. f. klin. Chir.* 1909 Bd. 91.
- KÜTTNER, Über Pseudoaneurysmen. *Med. Klin.* 1916 Nr. 7.
- Blutstillung durch lebende Tamponade mit Muskelstücken bei Aneurysmaoperationen. *Zbl. f. Chir.* 1917 Nr. 25.
- Meine Erfahrungen der Kriegschirurgie der großen Blutgefäßstämme. *Berl. Klin. W.* 1916 Nr. 5/6.
- Gefäßplastiken. *M. Med. W.* 1916 Nr. 20.
- Zur Versorgung der in der Oberschlüsselbeingrube arrodieren Arteria subclavia. *Zbl. f. Chir.* 1916 Nr. 49.
- Die Freilegung der großen Arterienstämme am Aortenbogen. *Bruns Beitr.* Bd. 114.
- Die Verletzungen und traumatischen Aneurysmen der Vertebralgefäße am Halse und ihre operative Behandlung. *Bruns Beitr.* 1917 Bd. 108 H. 1.
- Ein typisches Verfahren zur Unterbindung der A. vertebralis in der Subokzipitalregion. *Zbl. f. Chir.* 1917 Nr. 15.
- Zur Vertebralisdiskussion. *Zbl. f. Chir.* 1919 Nr. 25.
- LANG, Über Nachblutungen. *Bruns Beitr.* Bd. 116.
- LAURENT, Die Aneurysmen und die Nervenverletzungen im Balkankriege. *Académie de médecine* 1913. Ref.: *M. Med. W.* 1913 Nr. 51 S. 2869.
- LEJARS, Valeur pratique de la suture artérielle. *La sem. méd.* 1903 Nr. 14.
- LENGNICK, Über die klinischen Erscheinungen und die Operation des Aneurysmas. *M. Med. W.* 1915 Nr. 35.
- LEXER, Die Operation der Gefäßverletzungen und der traumatischen Aneurysmen, zugleich Beitrag zur Freilegung der Subklaviaaneurysmen. *D. Zeitschr. f. Chir.* 1916 Bd. 135.
- Ideale Aneurysmaoperation und Gefäßtransplantation. *Vers. d. Dtsch. Ges. f. Chir.* 1913 S. 153.
- Spätoperation einer arteriell venösen Subklaviafistel. *D. Med. W.* 1916 Nr. 43.
- Zur Gefäßchirurgie. Sitzungsber. d. Naturwiss.-med. Ges. in Jena, 13. 12. 17. *M. Med. W.* 1918 Nr. 17.
- LIEK, Erfahrungen über Gefäßschüsse im Feldlazarett. *D. Zeitschr. f. Chir.* 1916 Bd. 136.
- LUTZ, Ein Fall von Aneurysma der A. vertebralis. *Berl. Klin. W.* 1917 Nr. 19.
- LOTSCH, Schußverletzungen der Blutgefäße. *Verh. d. Dtsch. Ges. f. Chir.* 1913 Bd. 1 S. 240.
- Schußverletzungen der Gefäße durch Spitzgeschoß usw. *Bruns Beitr.* 1914 Bd. 91.
- MANASSE, Über periaurikuläre Aneurysmen nach Kriegsverletzungen. *Beitr. z. anat. Phys., Path. u. Ther. des Ohres, des Nase, des Halses* 1918 Bd. 11 H. 1—3.
- MARSCHKE, Beiträge zur Blutgefäßchirurgie im Felde. *Bruns Beitr.* 1917 Bd. 106 S. 610.
- MARTIUS, Zwei Fälle von Aneurysmen. *D. Med. W.* 1917 Nr. 19.
- MATAS, Weitere Erfahrungen in der Radikaloperation zur Heilung von Aneurysmen. *Transact. of the am. surg. assoc.*, 1905 Bd. 23. Ref.: *Zbl. f. Chir.* 1907 S. 925.
- The statistics of endo-aneurysmorrhaphy of the radical cure of aneurysm by intrasaccular suture. Ref.: *H. Jahresberichte* 1918 S. 1429.
- MATTI, Ergebnisse der bisherigen kriegschirurgischen Erfahrungen. *D. Med. W.* 1916 Nr. 18.
- MELCHIOR, Über das Verhalten des Pulses in gelähmten Gliedmaßen usw. *Zbl. f. Chir.* 1916 Nr. 3.
- MEISSNER, Beiträge zur Gefäßnaht. *Inaug.-Diss., Berlin* 1910.

- MERTENS, Bemerkungen zu der Mitteilung von Melchior über das Verhalten des Pulses usw. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 37.
- MEYER, Aneurysma arteriovenosum der Halsgegend. D. Med. W. 1918 Nr. 20.  
— Kriegschirurgie aus dem vorigen Balkankriege und ihre Bedeutung für den jetzigen Krieg. Berl. Klin. W. 1916 Nr. 19.
- MONOD et VANVERTS, Du traitement des aneurysmes artérielles. Rev. de chir. 1910 Nr. 5—8.  
— Du traitement des aneurysmes artério-veineux. Rev. de chir. 1910 Nr. 10.  
— Le traitement conservateur des aneurysmes et des hématomes. Rev. de chir. 1911.
- MORESTIN, Aneurysme diffus par rupture spontanée de la poplitée à son origine. Rev. de chir. 1909 Nr. 6.
- MOSER, Arterielle Spätblutung nach Schußverletzung. M. Med. W. 1916 Nr. 12.
- MUELLER, A., Über Hämatoome und Aneurysmen. M. Med. W. 1915 Nr. 4.
- MULLEN und STANTON, Aneurysm of the internal carotid healed by Matas-Method. Ann. of surg. 1910 Nr. 1.
- MULLEY, Ein Fall von Aneurysma der A. lienalis usw. Bruns Beitr. Bd. 111.
- MURPHY, Resection of arteries and veins injured in continuity — end to end suture — experimental and clinical research. New York med. Rekord 1897, 16. 1.  
— Gefäßnaht. Demonstr. a. d. internat. med. Kongreß in Moskau.
- MUTSCHENBECHER, v., Über Schußverletzungen der großen Gefäße. Bruns Beitr. Bd. 105.
- MÜLLER, P., Über Nachblutungen in der Kriegschirurgie. Bruns Beitr. 1916 Bd. 103 H. 2.
- NECK, Über Aneurysma varicosum der Femoralvene. M. Med. W. 1908 S. 1948.
- NEUGEBAUER, Seltene Gefäßveränderungen nach Schußverletzung. Zbl. f. Chir. 1915 Nr. 10.
- NICOLADONI, Phlebarteriektasie der rechten oberen Extremität. Arch. f. klin. Chir. Bd. 18; Phlebarteriektasie der linken oberen Extremität. Arch. f. klin. Chir. Bd. 20.
- OBERST, Das Aneurysma der Subklavia. Bruns Beitr. 1904 Bd. 41 S. 459.
- OEHLEKER, Zur Operation der sog. falschen Aneurysmen. D. Zeitschr. f. Chir. 1914 Nr. 50.
- OMI, Beiträge zur idealen Aneurysmaoperation. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 118 S. 172.  
— Die ideale Operation des arteriellen Aneurysmas usw. D. Zeitschr. f. Chir. 1911 Bd. 110.
- OPPEL, v., Der kollaterale Blutkreislauf (Veröffentl. d. kais. Militärakademie in Petersburg 1911 Bd. 23). Ref.: Zbl. f. Chir. 1912 S. 821 (russisch).  
— Zur operativen Behandlung der arteriovenösen Aneurysmen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 86 S. 31.
- ORTH, Über Spätverblutungstod nach früher bestandenen traumatischen Aneurysma. M. Med. W. 1915 Nr. 33.  
— Über arterielle Spätblutung nach Schußverletzung. M. Med. W. 1916 Nr. 17.  
— Ein Fall von traumatischem Aneurysma der A. renalis sin. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 151.  
— Epikritische Bemerkungen zu den Arterienverletzungen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Spätfolgen. Bruns Beitr. Bd. 105.
- ORTHENBERG, v., Aneurysma arteriovenosum zwischen Carotis int., vertebralis sinistra und sinus transversus. M. Med. W. 1917 Nr. 7.
- PARCZEWSKI, Resektion und Naht der Arteria carotis communis. M. Med. W. 1916 Nr. 46.
- PAYR, Beiträge zur Technik der Blutgefäß- und Nerven-naht usw. Arch. f. klin. Chir. Bd. 62 S. 67.  
— Weitere Mitteilung über Verwendung des Magnesiums bei der Naht der Blutgefäße. Arch. f. klin. Chir. Bd. 64 S. 726.  
— Zur Frage der zirkulären Vereinigung von Blutgefäßen mit resorbierbaren Prothesen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 72 S. 32.
- PERTHES, Über traumatische Aneurysmen usw. M. Med. W. 1919 Nr. 4.  
— Zur Operation des Aneurysma der A. vertebralis. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 50.
- PETERMANN, Chirurgische Tätigkeit und Erfahrungen auf dem Hauptverbandplatz. Med. Klin. 1915 Nr. 5.
- PETERS, Zwei interessante Halsverletzungen. M. Med. W. 1915 Nr. 33.
- PFANNER, Zur Indikation der operativen Klärung der sog. Pseudoaneurysmen. Med. Klin. 1917 Nr. 45.
- PFEIFFER, Zur Symptomatologie der zentralen Störungen bei Verschuß der A. carotis int. M. Med. W. 1919 Nr. 10.
- PIROGOFF, Über Geschwülste, welche pulsieren und keine Aneurysmen sind, und über Geschwülste, welche nicht pulsieren und doch Aneurysmen sind.  
— Grundzüge der allgemeinen Kriegschirurgie. Leipzig 1864. Klinische Chirurgie. Eine Sammlung von Monographien, Leipzig 1854.
- PIROVANO, Nouveau procédé de suture artérielle et veineuse. Rev. de chir. 1909 Bd. 40.
- PLOEGER, Über traumatische Aneurysmen. M. Med. W. 1915.
- POLLARD, A case of femoral aneurysm. Excision. Cure. Lancet 1907 S. 1156.
- PORZELT, Ein Aneurysma arteriovenosum duplex. M. Med. W. 1917 Nr. 45.
- PRIBRAM, B. O., Demonstration a. d. feldärztl. Abend zu Stryj (Galizien), IX. Armee 1916.
- PRIBRAM, E., Über einen seltenen Fall von Aneurysma der Carotis int. M. Med. W. 1918 Nr. 14.
- PROPPING, Über die Ursache der Gangrän nach Unterbindung der großen Arterien. M. Med. W. 1917 Nr. 18.
- RANZI, Zur Ligatur der A. carotis. Wien. Klin. W. 1918 Nr. 16.  
— Aneurysmaoperationen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 110; Bruns Beitr. Bd. 100.  
— Aneurysma der A. femor. M. Med. W. 1919 Nr. 10.  
— Über Aneurysmen. Wien. Klin. W. 1916 S. 724 u. 1509.
- RATHCKE, Gleichzeitiges Auftreten eines arteriellvenösen Aneurysmas der Brachialis und Femoralis. D. Med. W. 1916 Nr. 46.



- RAUCHENBICHLER, Ein Fall von primärem Abriß der A. carotis int. mit sekundärer Aneurysmenbildung. Arch. f. klin. Chir. Bd. 110.
- REHN, Die Freilegung der A. carotis int. in ihrem oberen Halsteil. Zbl. f. Chir. 1919 Nr. 17.
- Gefäßchirurgie im Felde. Bruns Beitr. 1917 Bd. 106 H. 3.
- RIEDEL, Die konservative Chirurgie bei Kriegsaneurysmen. D. Med. W. 1917 Nr. 6.
- RIEDINGER, Zur Unterbindung der Carotis communis nach Schußverletzung. M. Med. W. 1915 Nr. 16.
- RIESE, Ein neuer Weg zur operativen Freilegung der A. carotis int. an der Schädelbasis. Arch. f. klin. Chir. Bd. 111.
- ROHARD, Zur Kenntnis der Störungen nach Karotisverletzungen. Zeitschr. f. Nervenhe. Bd. 64.
- RUBRITIUS, Die chirurgische Behandlung der Aneurysmen der A. subclavia. Bruns Beitr. 1911 Bd. 76 S. 144.
- RÜHL, Über einen mit günstigem Erfolg operierten Fall von geplatzttem Aneurysma arteriovenosum der Carotis communis int. M. Med. W. 1915 S. 811.
- RUMPEL, Traumatische Aneurysmen usw. M. Med. W. 1915.
- RUSCA, Über Aneurysma spurium usw. Korrespondenzbl. f. Schweiz. Ärzte 1916 Nr. 49.
- RYCHLIK, Kongreß tschechischer Naturforscher und Ärzte. Ref.: Zbl. f. Chir. 1915 S. 415.
- RYDYGIER, Die Behandlung der Gefäßverletzungen und der traumatischen Aneurysmen im Kriege. Wien. Klin. W. 1917.
- SAHLI, Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden Bd. 1, 6. Aufl.
- SALOMON, Beitrag zur Lehre der arteriovenösen Schußaneurysmen. Bruns Beitr. Bd. 113.
- SALZMANN, Eigentümliche Verletzung durch ein Artilleriegeschöß. D. Med. W. 1916 Nr. 6.
- SCHMIDT, Die Totalexstirpation der Poplitealaneurysmen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 44.
- SCHIEER, Ein Fall von lebensrettender Unterbindung der Carotis externa auf dem Truppenverbandplatz. M. Med. W. 1917 Nr. 17.
- SCHPELMANN, Klinischer Beitrag zur Gefäßtransplantation. Virch.-Arch. f. pathol. Anat. u. Phys. u. f. klin. Med. 1915 Bd. 220.
- SCHILLER und LOBSTEIN, Über den Wert der einfachen, fortlaufenden, die ganze Gefäßwand durchfassenden Gefäßnaht. D. Zeitschr. f. Chir. 1910 Bd. 106 S. 487.
- SCHMIEDEN, Praktische Erfahrungen mit der zirkulären Gefäßnaht. Zugleich ein Beitrag zur Behandlung der angiosklerotischen Gangrän nach WIETING-PASCHA. Berl. Klin. W. 1910 Nr. 13.
- SCHWIEKER, Beitrag zur operativen Behandlung der Kriegsaneurysmen. D. Zeitschr. f. Chir. 1916 Bd. 136 S. 491.
- SEHRT, Vollkommener Dauererfolg von Venenautotransplantation eines Defektes der A. femor. M. Med. W. 1918 Nr. 12.
- Über die künstliche Blutleere von Gliedmaßen und unterer Körperhälfte, sowie über die Ursache der Gangrän des Gliedes nach Unterbindung der Arterie allein. Med. Klin. 1916 S. 1338.
- SENČET, Aneurysme diffuse traumatique de l'artère femorale. Rev. de chir. 1909 Bd. 39.
- SEUBERT, Beitrag zur Unterbindung der Carotis communis. D. militärärztl. Zeitschr. 1916 H. 23/24.
- SIMON, Über Aneurysmen nach Schußverletzung. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 142.
- SPRENGEL, Zur Kasuistik und operativen Behandlung der Aneurysmen der Extremitäten. Diss. Erlangen 1902.
- STAATS, Zur Unterbindung der A. prof. femoris. D. Med. W. 1916 Nr. 22.
- STEINTHAL, Zur Technik der Operation des Kriegsaneurysmas. Zbl. f. Chir. 1910 Nr. 31, Beil.
- STERNBERG, Demonstration von 2 Fällen von Aneurysmen. Ärztl. Verein Brünn. Ref.: Wien. Klin. W. 1915 S. 358.
- STICH, Exstirpation eines Aneurysma arteriovenosum der Poplitea. D. Zeitschr. f. Chir. 1908 Bd. 95 H. 6.
- STICH, MAKKAS und CAPELLE, Beiträge zur Gefäßchirurgie. Bruns Beitr. 1909 Bd. 62 S. 780.
- STINTZING, Über das Kriegsaneurysma. Inaug.-Diss. Tübingen 1919.
- STOLTZ, Eine Indikation zur Wahl der Operationsmethode bei Aneurysmen usw. Bruns Beitr. 1913 Bd. 88 S. 452.
- STRECKER, Beitrag zu den Gefäßgeräuschen. D. Med. W. 1918 Nr. 12.
- SUBBUTICH, Kriegschirurgische Erfahrungen über traumatische Aneurysmen. D. Zeitschr. f. Chir. 1913 Bd. 127 S. 446.
- SUCHANEK, Zur Gefäßchirurgie im Kriege. Arch. f. klin. Chir. Bd. 110 S. 665.
- SUDECK, Aneurysmen der Leber. M. Med. W. 1919 Nr. 45.
- SYRING, Traumatisches Aneurysma verum der Schlüsselbeinschlagader. M. Med. W. 1915 S. 616.
- TILMANN, Operationen an der A. anonyma und Carotis sinistra unter Blutleere. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 33.
- TSCHERNIAKOWSKY, Zur Frage von der Anwendung der Gefäßnaht bei der Behandlung der Aneurysmen. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 123 S. 1.
- ULLMANN, Demonstration von Aneurysmafällen. Wien. Klin. W. 1915 S. 657; 1916 S. 1509.
- ULBRICH, Achtstündige doppelte Unterbindung der A. femoralis ohne Dauerschädigung. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 2.
- UNGER, Zur Operation des Aneurysmas mit Gefäßtransplantation. Berl. Klin. W. 1913 S. 2172.
- VEREBELY, Die Kriegsverletzungen der Blutgefäße. M. Med. W. 1916 Nr. 46; Zbl. f. Chir. 1917 S. 559.
- VERTH, Zur, Über das Aneurysma arteriovenosum und die in seinem Gefolge auftretenden Störungen des allgemeinen Körperkreislaufes. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 151.
- VOLLBRECHT und WIETING, Kriegsäztliche Erfahrungen. Berlin 1915.
- WAHL, v., Über die auskultatorischen Erscheinungen bei Gefäßverletzungen und sog. traumatischen Aneurysmen. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 21.

- WARTHMÜLLER, Über die bisherigen Erfolge der Gefäßtransplantation am Menschen. Diss. Jena 1917.
- WEBER, Beobachtungen am traumatischen Aneurysma arteriovenosum. M. Med. W. 1917 Nr. 13.
- WECKSEL, Ein Fall von Varix aneurysmaticus. M. Med. W. 1915 Nr. 7.
- WIECK, Ein Fall von Unterbindung der Carotis communis (nach frischer Verletzung) nebst einem Beitrage zur Frage der Karotisunterbindungen. Bruns Beitr. 1920 Bd. 118 H. 3.
- WIETING, Zur voraus- oder nachgeschickten Unterbindung der A. hypogastrica bei Blutungen aus den Glutaealgefäßen. M. Med. W. 1918 Nr. 41.
- Das kommunizierende Hämatom der Arterien. Zbl. f. Chir. 1920 Nr. 20.
- WILLEMS, Erfolgreiche End- zu Endnaht der A. poplitea nach Resektion eines 6 cm langen Stückes wegen doppelten Aneurysmas (Aneurysma arteriale traumaticum spurium duplex). M. Med. W. 1916 Nr. 27.
- WOHLGEMUTH, Die konservative Therapie bei Kriegsaneurysmen und die Indikationsstellung zu operativer Behandlung. D. Med. W. 1917 Nr. 13.
- WOLFF, E., Die Häufigkeit der Extremitätennekrose nach Unterbindung großer Gefäßstämme. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 58.
- YAMANOÛCHI, Ein Beitrag zur idealen Operation des arteriellen Aneurysmas. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 118 S. 191.
- ZAHRADNICKY, Die Behandlung der unechten Aneurysmen. Wien. Klin. W. 1915 S. 599.
- Zur Therapie der falschen Aneurysmen. Ref.: Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 3.
- ZOEGE v. MANTEUFFEL, Die Behandlung der Gefäßverletzungen im Kriege 1905/06. Arch. f. klin. Chir. 1906 Bd. 81 S. 306.
- Die Gefäßverletzungen im Russisch-Japanischen Kriege. VII. Kongr. russ. Chir., Petersburg 1907.
- ZONDEK, Zur Diagnose des Aneurysma traumaticum. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 28.
-

## XI. Nervenverletzungen.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT in Berlin.

Ärztlicher Direktor am Krankenhaus Moabit.

Im Kriege chirurgischer Beirat des Gardekorps und des III. Armeekorps

und

Prof. Dr. RICHARD CASSIRER in Berlin.

Im Kriege Neurolog. Beirat des Gardekorps

und

Prof. Dr. GEORG PERTHES.

Direktor der chirurgischen Universitätsklinik Tübingen.

Im Kriege Generaloberarzt und beratender Chirurg des XIII. (K. W.) Armeekorps.

### 1. Zur Statistik der Nervenverletzungen.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT.

CARL FRANZ<sup>1)</sup> hat im Jahre 1896 eine Statistik der Nervenverletzungen aus der Zeit von 1864—1895 aufgestellt. Er stellt fest, daß die Zahl derselben im Mittel 3,23% aller Verletzungen betragen. Die Zahlen der einzelnen Autoren schwanken in weiten Grenzen, nämlich von 0,29%—10,9%.

Im Nordamerikanischen Kriege hat man — ich folge den Angaben von FRANZ — auf 50000 Weichteilverletzungen der oberen Extremität 96, auf 58702 der unteren 59 Nervenverletzungen gezählt.

Im Jahre 1870/71 hat QUÉNU für das französische Heer auf 19122 Verletzungen 0,56% Nervenschädigungen angegeben, während der deutsche Sanitätsbericht auf 26616 Extremitätenverletzungen 300 Nervenverletzungen, d. h. 1,2% berechnet hat. Das sind Zahlen, die ungefähr mit denen aus den Balkankriegen übereinstimmen, für welche GERULANOS die Zahl der Nervenverletzungen auf 1,5% angegeben hat.

Über die Häufigkeit der Nervenverletzungen im Weltkrieg lassen sich exakte Zahlen vorläufig nicht geben; es fehlen auch zuverlässige Angaben über die Frage, wie oft Extremitätenschüsse mit Nervenverletzungen kombiniert sind. Dafür wäre eine besondere statistische Arbeit nötig.

Die großen, mit gut geschultem ärztlichen Personal versorgten Kriegslazarette, in welchen alle Verletzungen ohne Auswahl aufgenommen wurden, müßten ihr Material nach dieser Richtung hin sichten. Für die überlebenden Verletzten wenigstens würden wir dann brauchbare Zahlen finden.

An statistischen Angaben fehlt es auch für den Weltkrieg nicht; aber sie gehen weit auseinander. LEWANDOWSKY<sup>2)</sup> z. B. meinte, daß die Zahl der Nervenverletzungen 1,5% der Gesamtverletzungen beträgt, also kaum eine Vermehrung gegen früher aufweise, während MARBURG<sup>3)</sup> sie auf 4% angibt. MARBURGS Zahlen wurden aus der Sichtung von 8000 Verletzten der v. EISELSBERGSchen Klinik gewonnen. VEREBELY<sup>4)</sup> wiederum berechnet nach WEXBERGS<sup>5)</sup> vorzüglichem Referat die Häufigkeit der Nervenverletzungen mit 1,7% der Verwundungen.



Aus den Tausenden von Verletzten, die in meinem eigenen und den zahlreichen von mir kontrollierten Lazaretten behandelt wurden, könnte auch ich eine Statistik zusammenstellen; aber sie würde den tatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen; denn 3 von meinen Lazaretten waren gewissermaßen Sammellazarette für die schweren Nervenfälle. Ich habe also eine unverhältnismäßig große Zahl von Nervenverletzten gesehen. Jedenfalls steht fest, daß die Zahl der Nervenverletzungen im Weltkriege eine außerordentlich große war, daß sie nicht nur absolut, sondern auch relativ zugenommen hat. Diese Tatsache kann uns nicht wundern, wenn wir bedenken, daß die moderne Chirurgie viele schwere und schwerst verletzte Gliedmaßen, mit zerschossenen Nerven erhalten hat, die früher rettungslos der Amputation anheimfielen. Als weiterer Faktor kommt hinzu, daß ein, von einem modernen Geschöß getroffener Nervenstamm, wegen der enormen Durchschlagskraft der Projektile nur schwer ausweichen kann, ohne selbst Schaden zu leiden (HEINEMANN<sup>6</sup>, THÖLE, NONNE<sup>7</sup> u. a.).

Wegen der enormen Häufigkeit ihres Vorkommens und wegen der schweren Funktionsstörungen, die sie hinterlassen, ist es außerordentlich wichtig, sich mit der Pathologie und der Therapie der Nervenschüsse eingehend zu beschäftigen. —

Die meisten Nervenverletzungen sind durch die Infanteriekugel hervorgerufen, bei weitem geringer ist die Zahl der durch Granatsplitter und Schrapnellkugeln entstandenen. Unter 44 Fällen THÖLES<sup>8</sup>) z. B. waren 36 durch Gewehrscüsse entstanden. Von WEXBERGS<sup>9</sup>) 191 Fällen waren 147 durch Gewehrscüsse, 1 durch Pistolenschuß, 23 Schrapnell-, 12 Granatverletzungen, je 1 durch Mine, Lanzenstich, Säbelhieb, schließlich 5 Verletzungen durch stumpfe Gewalt entstanden.

Die geringe Durchschlagskraft der Artilleriegeschosse und der Schrapnells, ferner die Tatsache, daß Artillerieverletzungen häufiger zu Amputationen führten als Infanteriegeschosse (STROHMEYER<sup>10</sup>), erklärt das Überwiegen der Nervenverletzungen bei Infanterieschüssen.

Über das Verhältnis der Durchschüsse zu Steck- und Streifschüssen entnehme ich einer Zusammenstellung von WEXBERG, daß auf 276 Fälle 233 Durchschüsse, 40 Steck- und 3 Streifschüsse kamen.

Tabelle 1.

	Komplette Durchtrennung	Partielle
BLENCKE . . . . .	76	50
MAUSS-KRÜGER . . . . .	38	18
MORO . . . . .	22	10
PELZ . . . . .	21	8
RANZI . . . . .	31	25
SPIELMEYER . . . . .	115	111
STRACKER . . . . .	147	33
WEXBERG . . . . .	25	7
THÖLE . . . . .	18	11
	493	273
	766	

Über das Verhältnis der kompletten, d. h. der totalen Abschnitte, gibt die von mir zusammengestellte Tabelle 1 Auskunft. Sie zeigt, daß die totalen Abschnitte viel häufiger waren als die partiellen; denn auf 493 komplette Durchtrennungen entfallen nur 273 partielle Abschnitte.

Tabelle 2.

	Ober. Plexus	Rad.	Uln.	Med.	Musculocut.	Axill.	Cut. med.	Cut. antebr. dors.	Kombin. Armnerven	Akzess.	Obturator ius.	Thorac. long.	Fazial.	Akzess. + Fazial.	Supraskapul.	Hypoglossus	Plexus lumbo-sacralis	Ischiad.	Peron. + Tibial.	Glut. inferior	Sartorius	Kruralis	Lähmung der obliqui abdominis	Einseitige Lähmung der letzten vier Hirnnerven	
BLENCKE . . . . .	—	97	31	24	—	—	—	—	41	—	—	—	—	—	—	—	—	56	—	—	—	1	—	—	= 250
BORCHARDT . . . . .	31	53	42	28	2	—	—	—	50	2	—	—	—	—	—	—	—	60	8	—	—	2	—	—	= 278
FÖRSTER . . . . .	1	121	76	90	18	14	—	—	2	—	1	—	—	3	—	1	—	77	1	2	—	3	—	—	= 410
HERZOG . . . . .	23	18	34	11	—	—	—	—	31	—	—	—	—	—	—	—	—	24	8	—	—	1	—	—	= 150
KÖNZEL . . . . .	9	23	14	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	= 67
MAUSS-KRÖGER . . . . .	4	27	22	24	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43	—	—	—	1	—	—	= 123
PORGES u. FUCHS . . . . .	15	49	11	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	= 107
RANSCHBURG . . . . .	—	121	72	47	11	4	25	6	—	—	—	—	—	—	1	—	—	127	—	—	—	—	—	—	= 414
ROTHARDT . . . . .	3	48	44	53	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	—	—	—	—	—	—	= 193
ROEPER . . . . .	16	133	161	128	11	—	—	—	94	—	—	18	—	—	—	—	2	133	—	—	—	10	—	—	= 706
SALOMON . . . . .	2	9	3	1	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	= 32
SCHLOESSMANN . . . . .	23	51	29	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	66	—	—	—	—	—	—	= 218
SPIELMEYER . . . . .	22	77	26	32	2	3	—	—	27	3	1	1	3	—	—	—	3	86	—	—	2	7	1	1	= 297
STOFFEL . . . . .	—	28	8	9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	= 61
STRACKER . . . . .	10	78	78	51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	—	—	—	—	—	—	= 298
THOLE . . . . .	16	82	21	12	1	4	—	—	41	2	—	1	—	—	—	—	—	41	—	—	—	1	—	—	= 222
VEREBÉLY . . . . .	4	13	5	7	—	—	—	—	6	2	—	—	1	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	= 46
	179	1028	677	566	48	28	25	6	297	9	2	20	4	3	1	1	32	897	17	2	2	26	1	1	

3872

Die von mir zusammengestellte Tabelle 2 gibt interessante Aufschlüsse über die Häufigkeit der Verletzung der einzelnen Nerven. Der nervus radialis steht in ihr an erster, der ischiadicus an zweiter Stelle. Je feiner der Nervenstamm und je geschützter er liegt, um so seltener wird er getroffen.

### Literatur.

<sup>1)</sup> FRANZ, Kriegschirurgie 1920 S. 184. — <sup>2)</sup> LEWANDOWSKY, Berl. Klin. W. 1914 Nr. 51. — <sup>3)</sup> MARBURG, Jahresber. f. ärztl. Fortbildg., Mai 1916. — <sup>4)</sup> VEREBÉLY, Sammelreferat von WEXBERG. — <sup>5)</sup> WEXBERG, Kriegsverletzungen der peripheren Nerven. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Bd. 13 H. 2/4 und Bd. 18 H. 4/5. — <sup>6)</sup> HEINEMANN, M. Med. W. 1915 Nr. 15. — <sup>7)</sup> NONNE, Med. Klin. 1915 S. 501. — <sup>8)</sup> THÖLE, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98. — <sup>9)</sup> WEXBERG, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Bd. 18 H. 4/5. — <sup>10)</sup> STROMEYER, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 142.

## 2. Einteilung der Nervenverletzungen.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT.

Wir teilen die Nervenschädigungen zweckmäßig in zwei große Gruppen:

1. in die direkten primären Schädigungen eines Nerven durch Schuß, Stich usw. und
2. in die sekundären Schädigungen.

In die erste Gruppe gehören diejenigen Läsionen, welche im Momente der Verletzung durch das Auftreffen des Geschosses auf den Nervenstamm selbst entstehen.

Dahin gehören auch die Verletzungen, welche den sog. sekundären, durch die Kugel mitgerissenen Projektilen ihre Entstehung verdanken (z. B. Knochensplitter).

Zu der zweiten Gruppe rechnen wir alle die Veränderungen, welche sich an Verletzungen der die Nerven umgebenden Gewebe anschließen.

So können z. B. Blutungen, Aneurysmen, Entzündungen, Eiterungen, Narben und Kallusbildungen in mannigfacher Weise sekundär die in der Nachbarschaft gelegenen Nerven schädigen.

Nach der Wirkung, die das Geschoß auf den getroffenen Nerven ausübt, können wir die Verletzungen einteilen in:

1. vollständige Abschüsse, d. h. totale Zerreißung eines Nervenstammes, völlige Aufhebung seiner Kontinuität,

2. partielle Abschüsse, d. h. teilweise Abschüsse einzelner Bündel bei erhaltener Kontinuität,

3. Folgeerscheinungen von Quetschungen und

4. die Kommotions- oder Fernschädigungen.

Die vollkommene Nervenzerreiung, der totale Abschub, entsteht am häufigsten bei Infanterieschüssen, wenn sie den Nerven mit großer, lebendiger Kraft treffen: sie kann aber ebenso auch durch Artillerieverletzungen, durch Granatsplitter, durch Knochensplitter, wahrscheinlich auch als Folge einer erheblichen Quetschung entstehen.

Unter partiellem Abschub verstehen wir den Abschub, die Zerreißung nur einzelner Bahnen eines Nervenstammes. Dabei können die Nervenbündel durch Rinnen-, Rand- oder Streifschüsse am Rande eines Nerven abgeschossen sein: es können aber auch einzelne Bahnen mitten in dem Nervenquerschnitt durch ein Projektil zerrissen, aus ihm herausgerissen werden, während die Randpartien des Stammes intakt bleiben. Diese Verletzungen, die im frischen Stadium einen Schlitz im Nervenstamm erkennen lassen und bei denen, wie WILMS<sup>1)</sup> bei Frühoperationen sah, abgeschossene Nervenfasern nach dem Ausschub hin herausragten, hat man als Knopflochssse bezeichnet.

War das auftreffende Projektil kleiner als der Nervenquerschnitt, so ist die Entstehung dieser Knopflochssse ohne weiteres verständlich: denn kleine Splitter vom Mantel eines Infanteriegeschosses, von Schrapnellkugeln oder andere kleine Granat- oder Knochensplitter können ein Loch, einen Schlitz in die Kontinuität eines Nerven reißen, während sie die Randpartien intakt lassen.

Aber manche Autoren vertreten die Ansicht, daß solche Knopflochssse auch durch Projektile zustande kommen könnten, deren Durchmesser ebenso groß oder gar größer ist als der Querschnitt des getroffenen Nerven. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung ist schwer zu erbringen. Will man diese Möglichkeit überhaupt zugeben, so müßte man annehmen, daß der getroffene Nerv von dem auftreffenden Geschoß zuerst plattgedrückt und verbreitert, ehe er lochartig durchschlagen wurde. Ich kann mir diesen Mechanismus nur schwer vorstellen. Echte reine Knopflochssse sind nach meinen eigenen Erfahrungen und nach den Mitteilungen anderer Autoren überhaupt nicht gerade häufig.

Treffen Geschosse mit geringer lebendiger Kraft auf einen Nerven auf, so erschöpft sich ihre Wirkung in einer Quetschung.

Je geringer die Kraft des Projektils, um so geringer werden naturgemäß die anatomischen Veränderungen sein, die es am Nerven erzeugt. Bei matten Kugeln kann eine einfache Abplattung die Folge sein. Nach so leichten Läsionen wird sich der getroffene Nervenstamm nach Tagen, Wochen oder Monaten von selbst erholen; er bekommt wieder seine normale Gestalt, es brauchen keinerlei Spuren der stattgehabten Verletzung zurückzubleiben. War unmittelbar im Anschluß an den Schuß eine Lähmung im Ausbreitungsgebiet des Nerven eingetreten, so kann auch sie wieder vollkommen verschwinden. Bei etwas stärkerer Quetschwirkung, wenn z. B. der N. radialis durch ein Schrapnell gegen den Humerus gepreßt wird, können Zerreißungen der intraneuralen Blut- und Lymphgefäße, Hämatome und Lymphergüsse in den Nerven hinein aber auch Schädigungen der Nervenbündel selbst zustande kommen. Legt man im Frühstadium so leicht verletzte Nerven frei, so findet man sie manchmal verbreitert, manchmal aufgetrieben und härter, in anderen Fällen wieder weicher als normal. Bei der mikroskopischen Untersuchung eines solchen Falles fand SPIELMEYER<sup>2)</sup> einen außerordentlich starken Verlust an Markfasern; erhaltene Nervenfasern lagen unmittelbar neben marklosen Lichtungen. Der wesentlichste Effekt betand in dem Verlust der Markhlle: ca.  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  der Nervenfasern waren zerstört. Trifft die quetschende Gewalt mit noch größerer Kraft auf, so werden auch die Zerstörungen der Nervenelemente intensiver, feinere oder größere Bündel sind zerrissen, während die Hauptmasse der Bahnen noch erhalten sein kann; bei solchen Verletzungen handelt es sich dann schon um partielle Abschüsse.



Die Tatsache, daß durch Quetschung die leitenden Bahnen eines Nerven zerstört werden können, hat man sich bekanntlich bei der Therapie der schmerzenden Neurome zunutze gemacht. Man hat vorgeschlagen, um das Auftreten eines Nervenknötens zu verhindern, das Stumpfe mit einer Quetsche zu zerstören; ich habe mich mehrfach auch durch mikroskopische Bilder überzeugt, daß es zu einer solchen totalen Zerquetschung einer beträchtlich großen Kraft bedarf. Quetscht man einen Nerven erheblicheren Umfanges, selbst mehrfach hintereinander, mit der Doyenschen Quetsche, bis er zu einem flachen Band zusammengepreßt ist, so kann man bei mikroskopischer Untersuchung sehen, daß meist noch eine beträchtliche Zahl von Nervenfibrillen der zerquetschenden Kraft des Instrumentes Widerstand geleistet hat. Von den erhaltenen Fibrillen geht dann die Regeneration der Nerven aus. Derselbe Effekt kann auch bei Quetschung durch Schuß entstehen.

Ob die Quetschung bei den Schußschädigungen der Nerven eine sehr große Rolle spielt, das läßt sich schwer beurteilen. Die Auffassungen der Autoren gehen da weit auseinander. HEZEL<sup>3)</sup> z. B. ist geneigt, einen großen Teil der spindelförmigen Neurome, also eigentlich die häufigste Folgeerscheinung des Nervenschusses, auf Quetschwirkung zurückzuführen. Demgegenüber hebt THÖLE<sup>4)</sup>, meines Erachtens mit Recht, hervor, daß man einer spindelförmigen Verdickung nicht ansehen könne, wie sie entstanden sei; sie ist stets als Endausgang einer Nervenzerreißen aufzufassen, die Zerreißen selbst aber kann sowohl durch Quetschung, wie durch einen Durchschuß entstanden sein.

Nur wenn man sich häufiger als bisher entschließen würde, Frühoperationen an verletzten Nerven vorzunehmen, könnte man zur Entscheidung dieser Frage beitragen.

Sehr interessant sind die Erscheinungen, die man als **Nervenkommotion oder als Fernschädigungen** der Nerven bei Schußverletzungen bezeichnet hat.

Unter **Fernschädigung** durch Schuß verstehen wir eine Schädigung, die zwar unmittelbar im Anschluß an eine Schußverletzung auftritt, bei der aber die Geschosbahn nur in der Nähe des Nerven verlief, so daß das Projektil den Nervenstamm selbst gar nicht berührte.

Klinisch äußert sich die Fernschädigung in einer kompletten oder inkompletten Lähmung der von dem betreffenden Nerven versorgten Muskeln.

Schon vor dem Weltkrieg ist diese Art Schädigung bekannt gewesen. Man hat sie als Nervenkommotion beschrieben und ihre Entstehung auf Schockwirkung infolge der in nächster Nähe der Nerven durchgehenden Geschosse zurückgeführt.

Im Balkan- und im Burenkriege wurden sie von GERULANOS<sup>5)</sup>, OEKONOMAKIS, von KÜTTNER und von englischen Chirurgen beobachtet. Im Weltkrieg haben sie zunächst M. BERNHARDT<sup>6)</sup>, HEILE<sup>7)</sup>, THÖLE<sup>8)</sup>, STROMEYER<sup>9)</sup>, MAUSS-KRÜGER<sup>10)</sup> u. a. beschrieben; namentlich aber hat PERTHES<sup>11)</sup> durch seine eingehenden Studien unsere Kenntnisse über die Mechanik der Fernschädigungen erweitert.

Nach PERTHES handelt es sich um einen besonderen Fall der explosionsartigen Wirkung rasanter Geschosse, die uns an anderen Geweben und Organen, z. B. an den Knochen und Gefäßen schon länger und genauer bekannt waren.

PERTHES Leichenversuche zeigten, daß den Infanteriegeschossen bei einer Entfernung von 30 m eine sehr beträchtliche Seitenwirkung zukommt. Dadurch kann ein in der Nähe der Einschubahn befindlicher Nervenstamm zur Seite gedrängt werden. Mit dieser Verdrängung ist, namentlich, wenn der Nerv im Momente des Schusses einigermaßen gespannt war, eine Dehnung verbunden, und diese Überdehnung allein kann schon vollkommen ausreichen, um motorische und sensible Lähmungserscheinungen im Versorgungsgebiete des Nerven hervorzurufen. Allerdings könnte gegen diese Annahme eingewendet werden, daß Dehnungsverletzungen bei der großen Elastizität der Nerven schwer denkbar sind. Aber dieser Einwurf erscheint mir unberechtigt, denn erstens sind uns solche Dehnungslähmungen schon aus der Friedenschirurgie bekannt und zweitens vollzieht sich die Gewalteinwirkung beim Schuß so schnell und plötzlich, daß die ganze Elastizität des Nerven gar nicht in Anspruch

genommen werden kann (STROMEYER). Übrigens hat VERMICH<sup>12)</sup> im Jahre 1902 die Vorgänge, die sich bei der Nervendehnung abspielen, experimentell am Froschnerven untersucht. Es zeigte sich bei seinen Versuchen, daß sich bei zunehmender Dehnung die Schwannsche Scheide bis zum Verstreichen der Ranvierschen Ringe verlängert und daß bei noch stärkerer Dehnung schließlich Achsenzylinder und Schwannsche Scheide reißen.

Das moderne Geschoß hat aber noch andere Wirkungen, nämlich eine Druckwirkung der plötzlich sich ausbreitenden lebendigen Kraft, die wie ein Schlag quetschend den Nerven trifft und weiter die Wirkung der Erschütterung, welche erzeugt werden muß durch die radial vom Schußkanal sich ausbreitenden Druckwellen.

Dehnung, Quetschung und Erschütterung verbinden sich also zu gemeinsamer Wirkung, und da es sich nicht allein um eine Kommotionswirkung handelt, so empfiehlt PERTHES statt der Bezeichnung „Kommotionslähmung“ die sicherlich bessere Bezeichnung: „Fernschädigung durch Schuß“.

Allerdings darf man wohl mit der Möglichkeit rechnen, daß sich nicht immer alle drei Faktoren zu gemeinsamer Wirkung kombinieren, daß vielmehr auch einer allein oder zwei zusammenwirken können, um eine sog. Fernschädigung hervorzurufen.

So wird es auch verständlich, daß wir bei den Fernschädigungen verschiedenartigen anatomischen Befunden begegnen. In einem Falle entsprechen die Befunde der reinen Kommotion, im anderen haben wir das Bild der Überdehnung, in noch anderen Fällen sehen wir Veränderungen, die sich am besten durch Quetschwirkung erklären.

Als reine Kommotionslähmungen sollte man nur die Fälle bezeichnen, bei denen die freigelegten Nerven makroskopisch gar keine Veränderungen aufweisen; für sie dürfte man höchstens eine Störung des molekularen Gefüges annehmen, Veränderungen, die ohne die Hilfe des Mikroskops jedenfalls nicht zu erkennen sind. Die Verhältnisse würden bei dieser Gruppe von Fällen denen der Hirncommotion entsprechen. Auch bei der Commotio cerebri werden ja die Fälle, in denen die moderne subtile mikroskopische Technik jedwede Zellveränderung vermissen läßt, immer seltener.

Da nun kein Grund vorhanden ist, scheinbar vollkommen intakte Nerven herauszuschneiden und zu untersuchen, so kann die Frage, ob es wirklich reine Kommotionslähmungen gibt, nur experimentell gelöst werden.

Bei der Gruppe von Fernschädigungen, welche durch Überdehnung oder durch Quetschung zustande kommen, finden sich, wie man schon a priori vermuten konnte, in der Regel auch makroskopisch deutliche, wenn auch nur geringe Veränderungen.

An den freigelegten Nerven hat man Hyperämie konstatiert, ein Symptom mit dem allerdings wohl am wenigsten anzufangen ist, denn die Blutfülle der Nervenstämme wechselt nach meinen Erfahrungen schon unter normalen Verhältnissen erheblich. In anderen Fällen zeigte sich der Nerv abgeplattet oder verdünnt, manchmal weicher als normal: in wieder anderen Beobachtungen wurden leichte Aufreibungen durch Erguß von Lymphe und Blut ins Innere der Nerven beschrieben. Ferner kleine Hämorrhagien ins Epineurium internum, weiter ockergelbe Verfärbung des sonst weißglänzenden Nervenstammes u. dergl. mehr. In der Mehrzahl der Fälle sind es Befunde, die in verhältnismäßig frühem Stadium bei Frühoperationen erhoben werden konnten.

SPIELMEYER<sup>13)</sup>, der, wie schon erwähnt wurde, Gelegenheit hatte, die mikroskopische Untersuchung eines solchen äußerlich wenig geschädigten Nerven vorzunehmen, fand in einem Teile der Fasern Schwund des Nervenmarks und kleine Blutungen.

PERTHES<sup>14)</sup> konnte, wohl in späteren Stadien der Verletzung, Verdickung und Vermehrung des Epineurium internum feststellen.

Kleine endoneurale Blutungen können sich resorbieren, ohne eine Spur zu hinterlassen, während stärkere Hämorrhagien und Zerstörungen von Nervenfasern mit einer endoneuralen Narbe ihren Abschluß finden. Die verschiedenen Befunde, welche von Chirurgen mitgeteilt wurden in Fällen von sogenannter Nervencommotion oder Fernschädigung, erklären sich ungezwungen aus dem ungleichen Entstehungsmechanismus

und aus den verschiedenen Stadien, in welchen die Biopsie vorgenommen wurde. Leichte Verletzungen zeigen andere Veränderungen als schwere; frühe Freilegung entrollt uns ein anderes Bild als die Besichtigung erst nach Wochen oder Monaten. So finden auch die Fälle ihre Aufklärung, bei welchen man im Frühstadium bei der operativen Freilegung keinerlei Veränderungen fand, während man später, als bei fortbestehender Lähmung eine erneute Revision nötig wurde, eine Auftreibung und Verhärtung an der Läsionsstelle konstatieren konnte.

STROMEYER<sup>15)</sup> hat 32 Fälle von Fernschädigungen durch Schuß aus der Literatur zusammengestellt. Unter diesen waren 18 mit makroskopisch positivem Befund.

Die Mehrzahl von ihnen war durch Infanterieschüsse entstanden, die infolge des starken Seitendruckes, den das Geschoß ausübt, am ehesten geeignet sind, Fernschädigungen hervorzurufen.

Eine Reihe von diesen Fällen ist im Frühstadium operiert von Chirurgen, welche sich überhaupt für die Frühoperation bei Nervenschüssen eingesetzt haben.

Die andere Gruppe von Fällen ist erst operiert worden, nachdem eine erhebliche Zeit, bis zu sechs Monaten und noch mehr, nach der Verletzung verstrichen war, ohne daß die Lähmungserscheinungen gebessert waren.

GERULANOS<sup>16)</sup> hatte seinerzeit angenommen, daß die reinen Komotionslähmungen nach einem Vierteljahr verschwunden seien. Dem widersprechen entschieden die Erfahrungen des Weltkrieges, aus denen hervorgeht, daß die Restitution auch länger als  $\frac{1}{2}$  Jahr und noch mehr auf sich warten lassen kann, was wir übrigens von ähnlichen Verletzungen aus der Friedenszeit schon lange wußten.

Auf eine besondere Art der Fernwirkung durch Schuß hat AUERBACH<sup>17)</sup> aufmerksam gemacht. Er nimmt an, daß ein Nerv nicht nur an der Stelle geschädigt wird, an welcher das Projektil ihn traf, sondern daß weit von der Treffstelle entfernt, sowohl proximal wie distal von ihr, ebenfalls Schädigungen entstehen. Namentlich die proximal gelegenen Teile des Neuroms, die Wurzeln und die Spinalganglien, ja selbst die Vorderhornzellen des Rückenmarks können in Mitleidenschaft gezogen werden.

Für die Prognose der Nervennaht ist diese Auffassung von Bedeutung, und sie wird bis zu einem gewissen Grade wenigstens durch histologische Untersuchungen SPIELMEYERS<sup>18)</sup> gestützt, der den Nachweis erbrachte, daß stets mehrere Zentimeter proximal von dem Einschlag des Projektils schwere Degenerationserscheinungen am Nervenstamm auftreten.

Unter dem Namen „Erschütterungslähmungen“ hat THÖLE<sup>19)</sup> Lähmungen beschrieben, die an Muskeln sich zeigten, deren Nervenbahn zentral von der Einschlagstelle des Projektils am Hauptstamm lag. Man kann diesen Verletzungsmodus auch einfach zu den Fernschädigungen durch Schuß zählen und manche von ihnen im Sinne AUERBACHS erklären. Es würde sich dann um eine Art retrograder Verletzung handeln.

Wir dürfen das Kapitel der Fernschädigungen nicht schließen, ohne noch eines besonderen Typus von Lähmungen zu gedenken, der nach Nervenschüssen verhältnismäßig häufig beobachtet worden ist.

Es handelt sich um die Tatsache, daß nach schweren Schußverletzungen eines Nervenstammes Ausfallserscheinungen nicht, wie man erwarten sollte, im gesamten Innervationsgebiete des geschädigten Nerven, sondern nur in einem Teil seiner Äste auftreten. Man hat diese Lähmungen als **dissoziierte Lähmungen** bezeichnet.

Das eigentümliche klinische Bild dieser Lähmungsform ist zwar keine spezifische Folge von Kriegsverletzungen: aber die Zahl hierher gehöriger Beobachtungen hat sich im Weltkriege außerordentlich gehäuft, und die lebhafteste Diskussion hat manches zur Klärung der interessanten Erscheinungen beigetragen.

MENDEL<sup>20)</sup> hatte im Weltkriege wohl zuerst über eine Reihe von Fällen berichtet, in welchen nach Unterbindung der A. femoralis eine typische Parese im Gebiete des N. peroneus aufgetreten war, während das übrige Ischiadikusgebiet verschont blieb.



MENDEL hat diese Peroneuspareesen als Folgen einer Ischämie aufgefaßt und die Ansicht vertreten, daß der Eintritt der Lähmung durch den Druck der Bettdecke in den vom N. peroneus versorgten Muskeln begünstigt werde.

BERNHARDT<sup>21)</sup> hat sich in ähnlichem Sinne ausgesprochen und an eine Arbeit HOFFMANNs erinnert, der durch Studien über die Blutversorgung des Ischiadikus zeigen konnte, daß der N. peroneus während seines ganzen Verlaufes am Oberschenkel nur 4, der N. tibialis auf der gleichen Strecke 8, also die doppelte Zahl Zuflüsse erhält: vom Becken bis zur Mitte des Oberschenkels bekommt der N. peroneus nur eine einzige stärkere Nervenarterie, der N. tibialis 5 solcher.

Bei allen Schußverletzungen, welche mit Läsionen der den Ischiadikus versorgenden Gefäße verbunden sind, muß sich deshalb die Ischämie im Gebiete des N. peroneus in stärkerem Grade bemerkbar machen als im Gebiete des N. tibialis. Weiter hat BERNHARDT an die älteren Versuche und Experimente GERHARDTs erinnert, aus denen hervorgeht, daß es sich im Gebiete des Ischiadikus um ähnliche Verhältnisse handle, wie sie im Bereiche des N. laryngeus inferior schon seit längerem bekannt waren, daß eben das Gebiet des N. peroneus eine geringere Widerstandskraft zeige als das des besser durchbluteten N. tibialis.

Zahlreiche Neurologen und Chirurgen haben im Laufe des Krieges diese Beobachtungen bei Schußverletzungen des Ischiadikus bestätigen und erweitern können.

OPPENHEIM, CASSIRER, KRAMER, SPIELMEYER, ich selbst u. a. haben solche dissoziierten Lähmungen vielfach gesehen und auch bei Schußverletzungen anderer Nerven beschrieben.

Bei hochsitzender Tibialisläsion wurde z. B. mehrfach isolierte Lähmung der kleinen Fußmuskeln beobachtet; bei Peroneusstammläsion sind isolierte Lähmungen des Extensor hallucis longus beschrieben. Bei Ulnarisverletzung oberhalb des Ellbogens konnte man besonders häufig Lähmung der kleinen Handmuskeln, im Bereiche des Medianus hauptsächlich sensible und vasomotorische Störungen beobachten, während motorische Funktionsstörungen fast fehlten. Bei Medianusverletzungen hat man ferner als einzige motorische Ausfallerscheinung die Unmöglichkeit der Beugung des Zeigefingers vielfach beschrieben. Ich selbst habe alle diese Lähmungsformen wiederholt beobachtet.

Ganz geklärt ist die Entstehung der dissoziierten Lähmungen noch immer nicht. Ihr Auftreten scheint bis zu einem gewissen Grade für eine topographische Sonderung im Nervenstamm zu sprechen; aber es wäre mit dieser Auffassung schwer verständlich, weshalb nur bestimmte und immer wieder dieselben Bahnen bevorzugt sind; es wäre schwer verständlich, daß ein meist ziemlich massiges Projektil häufiger überhaupt nur eine einzelne Bahn und an bestimmten Nerven immer nur dieselbe vorwiegend verletzen sollte. So haben für mich die vorher erwähnten Erklärungsversuche HOFMANNs, GERHARDTs und MENDELs, nach denen gewisse Nervenbündel vulnerabler sind als andere, mehr Wahrscheinlichkeit. Sehr plausibel scheint mir auch ein Erklärungsversuch AUERBACHS<sup>22)</sup>. Dieser Autor hat das Gesetz aufgestellt, daß diejenigen Muskelgruppen am raschesten und vollkommensten erlahmen, und sich auch am langsamsten und schlechtesten erholen, welche die geringste Kraft (ausgedrückt durch das Muskelgewicht) besitzen und welche ihre Arbeitsleistung unter den ungünstigsten Bedingungen zu vollbringen haben. Die in dieser Beziehung besser gestellten Muskeln werden in geringerem Grade von der Lähmung befallen und können sich schneller regenerieren. Demnach würde das Auftreten partieller Lähmungen nicht oder wenigstens nicht ausschließlich, auf die größere Vulnerabilität gewisser Nervenbündel, sondern auf physikalische Eigenschaften der Muskeln zurückzuführen sein.

Manche Fälle von dissoziierten Lähmungen nach gleichmäßiger Schußschädigung des gesamten Querschnitts eines Nervenstammes sind weder auf größere Vulnerabilität gewisser Nervenbündel, noch auf geringere Widerstandskraft der betroffenen

Muskeln zurückzuführen; sie erklären sich vielmehr ganz einfach aus den anatomischen Grundlagen der Muskelinnervation.

Wenn z. B. bei Verletzung des Medianusstammes so häufig als einziges Residuum das Ausbleiben der Zeigefingerbeugung beobachtet und beschrieben wurde, so erklärt sich diese Erscheinung ungezwungen durch die Tatsache, daß der II. Beuger allein auf die Medianus-Innervation angewiesen ist, während für die Beugung der übrigen Finger der N. ulnaris vikariierend eintreten kann (BORCHARDT).

#### Literatur.

<sup>1)</sup> WILMS, D. Med. W. 1915 Nr. 48. — <sup>2)</sup> SPIELMEYER, Zur Klinik und Anatomie der Nervenschußverletzungen, 1915. — <sup>3)</sup> HEZEL, Med. Klin. 1914 Nr. 45. — <sup>4)</sup> THÖLE, Bruns Beitr. 1916 Bd. 98. — <sup>5)</sup> GERULANOS, Bruns Beitr. Bd. 91 H. 1/2. — <sup>6)</sup> BERNHARDT, M., Berl. Klin. W. 1915 Nr. 13. — <sup>7)</sup> HEILE, Bruns Beitr. Bd. 96 H. 3. — <sup>8)</sup> THÖLE, s. das. — <sup>9)</sup> STROMEYER, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 142. — <sup>10)</sup> MAUSS-KRÜGER, Bruns Beitr. Bd. 108 H. 2. — <sup>11)</sup> PERTHES, D. Med. W. 1916 Nr. 28. — <sup>12)</sup> VERMICH, Zbl. f. Chir. 1902. — <sup>13)</sup> SPIELMEYER, s. das. — <sup>14)</sup> PERTHES, s. das. — <sup>15)</sup> STROMEYER, D. Zeitschr. f. Chir. 1917 Bd. 142 H. 5/6 S. 288. — <sup>16)</sup> GERULANOS, s. das. — <sup>17)</sup> AUERBACH, Arch. f. klin. Chir. 1919 Bd. 112 H. 3/4. — <sup>18)</sup> SPIELMEYER, s. das. — <sup>19)</sup> THÖLE, s. das. — <sup>20)</sup> MENDEL, Neurol. Zbl. 1915 H. 3. — <sup>21)</sup> BERNHARDT, s. das. — <sup>22)</sup> AUERBACH, s. das.

### 3. Zur Frage der Mechanik der Nervenverletzungen.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT.

Die Frage, ob ein Nervenstamm einem Projektil ausweichen kann, hat schon die früheren Kriegschirurgen lebhaft beschäftigt; bei der außerordentlichen Häufung der Nervenschüsse im Weltkrieg ist sie erneut aufgetaucht und vielfach besprochen worden.

Die hohe Elastizität und Dehnbarkeit der Nerven, ihre an vielen Stellen des Körpers große Verschieblichkeit macht es a priori durchaus wahrscheinlich, daß die Nerven, unter günstigen Bedingungen, sehr wohl einem Geschoß ausweichen können.

Über den hohen Grad der Elastizität und der Dehnbarkeit eines Nerven haben sich die meisten Chirurgen in der Friedenszeit wohl kaum eine rechte Vorstellung machen können. Zwar war uns diese Eigenschaft von den häufiger ausgeführten Neurexairesen im Gebiete des Trigeminus her bekannt. Auch bei der Behandlung besonders schwerer Fälle von Ischias hatte man die Erfahrung gemacht, daß dem Ischiadikus eine recht kräftige Dehnung zugemutet werden könne, ehe er durchreißt. Aber für jeden Operateur bleiben diese Dehnungsversuche eine unheimliche Methode, da doch hier und da schwere und langdauernde Schädigungen beobachtet wurden. Erst die zahlreichen Nervenoperationen im Kriege haben uns gezeigt, wie enorm elastisch und dehnbar die verschiedenen Nervenstämme sind, wie wichtig diese Eigenschaft der Nerven für die Erklärungen anatomischer Befunde, wie bedeutsam sie auch für die Prognose und den Heilplan der Schußverletzungen ist.

Auf der Elastizität der Nerven beruht die Erscheinung, daß sich die durchschossenen Stümpfe mehr oder weniger weit voneinander zurückziehen.

Je größer die Spannung des getroffenen Nerven im Momente des Schusses war, je höher die ihm innewohnende Elastizität, um so größer wird die Diastase zwischen den durchschossenen Enden.

Der Dehnbarkeit der Nervenstämme haben wir es zu danken, wenn es uns gelingt, die zusammengeschnurrten retrahierten Enden eines zerrissenen Nerven durch vorsichtigen, langsamen Zug wieder so zu verlängern, daß Diastasen von erheblicher Länge, von 10 und mehr Zentimetern bei entsprechenden Gelenkstellungen ausgeglichen werden können.

Die Elastizität verschiedener Nerven ist ungleich groß. Im allgemeinen vertragen die dickeren Stämme mehr Zug als ihre feinen Äste. Die Elastizität und die Dehnbarkeit ist aber auch an verschiedenen Strecken desselben Nerven nicht immer gleich; an manchen Stellen lassen sich riesige, an anderen nur unbedeutende Defekte durch Verlängerung der durchschossenen Stümpfe schließen. Bei Ischiadikusschüssen z. B.

in der Mitte des Oberschenkels lassen sich durch gleichmäßigen Zug beide Nervenstümpfe, der proximale sowohl wie der distale, ganz enorm verlängern; bei Schüssen in der Gegend des Foramen ischiadicum dagegen folgt das proximale Ende infolge seiner Fixierung an der Umgebung einem stärkeren Zuge nur unvollkommen; übermäßige Kraftanstrengung ist bei diesen hohen Abschüssen entschieden zu vermeiden, weil sie zu Schädigungen im Bereiche des Plexus und der Medulla führen könnte.

Was für den Ischiadikus gilt, gilt in gleicher Weise auch für die Nerven der oberen Extremität. Die Nervenstämme an Ober- und Vorderarm vertragen recht beträchtlichen Zug.

An den Plexuswurzeln ist das durchaus nicht mehr der Fall; denn stärkere Dehnungsversuche an den proximalen Stümpfen könnten leicht das Rückenmark schädigen, den Verlängerungsmanövern ist durch diese Gefahr ein Ziel gesetzt; das ist recht bedauerlich, da die Stümpfe bei Plexuszerreißen bisweilen recht weit auseinanderliegen. Der Chirurg kann also bei seiner Operation die Dehnbarkeit der Nervenstämme nicht immer voll ausnutzen, weil sie dem Verletzten Gefahr bringen können.

Auch dem auftreffenden Geschoß leisten die Nerven verschiedenen Widerstand, der von mannigfachen Bedingungen abhängt.

Unter physiologischen Verhältnissen finden sich die peripheren Nerven bei gewissen Gelenkstellungen im Zustande völliger Entspannung, sie sind schlaff, zusammengeschoben, zeigen einen geschlängelten Verlauf und sind leicht verschieblich. In anderen Gelenkstellungen dagegen sind sie im Zustande stärkster Spannung, fast unverschieblich. Zwischen den Extremen gibt es alle nur denkbaren Zwischenstufen. Die Möglichkeit des Ausweichens vor einem Projektil ist naturgemäß für den entspannten, schlaffen Nerven größer als für den gespannten.

Die Ausweichmöglichkeit hängt aber nicht nur von dem Zustande ab, in dem sich der Nerv im Augenblick des Schusses befand, sondern auch von seinem Verhältnis zu den Nachbargebilden. Ist ein Nerv mit seinen Nachbarorganen nur locker verbunden, sind diese Nachbargebilde selbst im Zustande der Erschlaffung, weich und verschieblich, so sind die Chancen des Ausweichens für den Nerven allein oder für ihn samt seinen Nachbargebilden größer, als wenn ein Nerv in seiner Umgebung mehr oder weniger fixiert und wenn er durch einen harten, beispielsweise knöchernen Widerstand überhaupt verhindert wird, auszuweichen. So liegen die Chancen für ein Ausweichen des N. radialis an der unteren Umschlagstelle des Humerus besonders schlecht, wenn er in gespanntem Zustande in der Richtung auf den Knochen getroffen wird; ebenso ungünstig liegen die Verhältnisse für die Stränge des Plexus brachialis resp. cervicalis, die in ihrem Ursprungsgebiet durch Fixation am Knochen und durch ihre knöcherne Umgebung am Ausweichen vor einem Projektil stark behindert sind.

Ob ein Nerv von einem Geschoß wirklich beiseite gedrängt wird, hängt ferner nicht nur von den physikalischen und von den topographisch-anatomischen Bedingungen des Nervenstammes selbst ab, sondern auch von dem Projektil. Die Art des Geschosses, seine lebendige Kraft und die Geschoßbahn spielen bei dem Endeffekt eine große Rolle.

Wir nehmen mit der Mehrzahl der Chirurgen an, daß ein Nervenstamm einem Geschoß mit großer Rasanz nicht auszuweichen imstande ist; wird ein Nerv von einem Infanteriegeschosß aus der Nähe, bis zu etwa 800 m, getroffen, so wird er durchschlagen oder zerrissen; totaler oder partieller Abschuß ist die Folge; nur wenn ein Nerv von einem Projektil aus größerer Entfernung mit geringerer lebendiger Kraft getroffen wird, ist mit der Möglichkeit eines Ausweichens zu rechnen. Dabei werden die Chancen für den Nervengünstiger liegen, wenn er von einem Schrapnell mit glatter kugliger Oberfläche, als wenn er von einem Spitzgeschosß oder einem zackigen Granatsplitter getroffen wird.

Auch die Geschoßbahn dürfte für die Möglichkeit des Ausweichens nicht ohne Bedeutung sein. Ist sie senkrecht auf den Nervenstamm gerichtet, so daß der Nerv nur in der Richtung nach vorne ausweichen kann, so ist ein Ausweichen nicht nur bei matten Geschossen oder bei solchen mit sehr geringer lebendiger Kraft denkbar; ver-



läuft die Geschoßbahn dagegen tangential zu dem Nerven, so ist die Chance für ein seitliches Ausweichen größer.

Ganz allgemein dürfen wir den Satz aufstellen: je stärker der Spannungszustand eines Nerven, je geringer seine Verschieblichkeit im Momente des Schusses ist, je größer die lebendige Kraft des Geschosses, je ungünstiger seine Form und seine Flugbahn, um so geringer wird die Chance des Ausweichens; sie wird um so größer, je geringer die lebendige Kraft des Projektils, je geringer der Spannungszustand und je größer die Verschieblichkeit des getroffenen Nerven im Momente des Schusses war.

Die klinischen Beobachtungen stehen mit diesen Sätzen durchaus im Einklang.

Aus dem Balkankriege hatte bereits GERULANOS<sup>1)</sup> über das auffallend häufige Vorkommen von Plexusverletzungen berichtet. Wenn diese Erfahrung nur z. T. dadurch erklärt ist, daß die Schultergegend bei der so häufig liegenden Kampfstellung besonders exponiert war, so hat doch schon GERULANOS erkannt, daß neben dieser Tatsache die anatomischen Verhältnisse eine ausschlaggebende Rolle spielten; er hat gewiß mit Recht betont, daß die zahlreich dort auf engem Raum zusammengedrängten Nervenstämme dem auftreffenden Geschoß schwer ausweichen können. GERULANOS hat auch das überwiegende Vorkommen von Radialisverletzungen an der Umschlagstelle auf die mangelhafte Ausweichmöglichkeit des Nerven zurückgeführt. Demgegenüber seien, so berichtet GERULANOS, die Ischiadikusverletzungen selten, weil dieser leicht verschiebliche Nerv dem Projektil ausweichen könne.

Die Erfahrungen des Weltkrieges haben uns allerdings gelehrt, daß auch am Ischiadikus die Abschüsse außerordentlich häufig sind. Sie beweisen die enorme Rasanzenz der modernen Geschosse. Für Totalabschüsse begünstigend dürfte auch wirken, daß der Ischiadikus wohl nur selten im Zustande vollkommener Erschlaffung getroffen wurde.

THÖLE<sup>2)</sup> ist auf Grund seiner Beobachtungen im Weltkriege schon früh zu der Erkenntnis gekommen, daß auch ein entspannter und wie der Ischiadikus leicht verschieblicher Nerv einem mit noch großer Durchschlagskraft eindringenden Geschoß nicht ausweichen kann. Er schloß das aus der, auch von mir mehrfach bestätigten Erfahrung, daß die Verletzungsstelle am Nerven in einer ganzen Reihe von Fällen bei gestrecktem Gliede mehrere Zentimeter distal von der Verbindungslinie zwischen Ein- und Ausschuß lag, während sie bei Beugung in die Verbindungslinie rückte. Die Kugel mußte also beispielsweise den Ischiadikus bei Beugstellung des Knies, d. h. in Entspannung getroffen und verletzt haben, ohne daß der Nerv Zeit und Gelegenheit hatte, auszuweichen. Die Folge des Schusses war ein Nervenneurom, das in Streckstellung distal von der Geschoßbahn lag.

Unsere klinischen Beobachtungen können die Frage, wie oft wirklich ein Nerv durch das Projektil beiseite oder vor sich her geschoben wird, nicht zur Entscheidung bringen; denn wir können einem operativ freigelegten Nerven nicht ansehen, ob er ausgewichen ist. Man kann sich vorstellen, daß in manchen Fällen jede anatomische Schädigung fehlt; in anderen müssen sich die Kompression, die Dehnung, die Verdrängung, die Zerrung in leichteren endoneuralen Veränderungen kundgeben, wie sie auch durch Fernwirkung, durch Quetschung und durch Auftreffen von matten Geschossen entstehen. Ja, es ist auch denkbar, daß eine Verletzung von Randfasern, also partieller Abschluß, zustande kommt, obwohl der Nervenstamm in seiner Totalität doch dem Geschoß ausgewichen war.

STOFFEL<sup>3)</sup> hat durch anatomische und experimentelle Untersuchungen die Frage der Ausweichmöglichkeit weiter zu klären gesucht.

Er vergleicht den Nerven mit einem zylindrisch geformten Lampion; in vollkommen ausgezogenem Zustande gleicht er dem gespannten, in zusammengeschobenem dem entspannten Nerven; ein entspannter Nerv nimmt an Umfang zu, er wird dicker und zeigt schon makroskopisch gewisse Schlängelungen und Windungen.

Die Mechanik der Nerven ist mit der Mechanik der Muskeln verkettet; die Verschieblichkeit eines Nerven ist geringer, wenn der seinen Spannungszustand gut beherrschende Muskel gespannt, wenn er kontrahiert, hart und damit selbst ein schwer verschiebliches Gebilde geworden ist. Bei erschlafftem Muskel kann der ihm verbundene Nerv allein oder er kann mit dem Muskel gemeinsam ausweichen.

Für den N. medianus z. B. ist der M. biceps der maßgebende Muskel. Bei Beugung des Ellbogengelenkes sind der Bizeps und der N. medianus erschlafft. Die günstigste Situation, d. h. die größte Chance der Ausweichmöglichkeit des Medianus ist, wenn die Schulter adduziert, wenn das Ellbogengelenk passiv gebeugt, die Beuger also erschlafft sind. Die ungünstigste Situation ist für den N. medianus Abduktion der Schulter, Streckung des Ellbogengelenks und lebhaft Anspannung der Beuger; diese Situation besteht beim Stützen auf die Hand, bei abduziertem Arm und gestrecktem Ellbogengelenk. Bei gespanntem Bizeps, wenn der Muskel hart und unbeweglich ist, liegt der Nerv einer harten Unterlage auf; sein Ausweichen ist also erschwert.

Für den N. ulnaris ist das Caput mediale des Trizeps, für den N. ischiadicus sind hauptsächlich die Kniebeuger maßgebend. Bei Beugung des Ellbogens wird mit der Verlängerung des Trizeps der N. ulnaris gespannt. Das ist eine für den N. ulnaris ungünstige Situation.

Für den N. ischiadicus ist die günstigste Situation zum Ausweichen, d. h. die der größten Entspannung und Verschieblichkeit, bei Streckstellung der Hüfte, bei passiver Beugung des Kniegelenks, bei erschlafften Oberschenkelmuskeln; die ungünstigste Stellung, der Zustand höchster Spannung des Nerven, wird durch Beugung des Rumpfes gegen den Oberschenkel im Hüftgelenk, durch Streckung im Kniegelenk, bei aktiv gespannten Muskeln erreicht.

Durch sinnreich angeordnete Experimente konnte STOFFEL zeigen, daß, wenn eine schädigende Kraft einen erschlafften Nerven trifft, zunächst eine lange Nervenschlinge in der Richtung der schädigenden Kraft gebildet wird, ehe eine Kontinuitätsläsion eintritt. Wirkte die Kraft auf einen gespannten Nerven ein, so entstand vor dem Durchreißen eine nur kurze Schlinge. Ein gespannter Nerv wurde von einem emporgeschnehten Knochensplitter leicht zerrissen, während ein entspannter bei gleicher einwirkender Kraft intakt blieb.

Die Experimente STOFFELS stehen mit meinen obigen Ausführungen in vollem Einklang. Sie beschäftigten sich allerdings nur mit der Frage der Mechanik des Nerven beim Ausweichen nach vorn. Es ist aber sehr wohl möglich, daß der Nerv vor einem Geschoß noch häufiger zur Seite als nach vorn ausweicht. Es wäre wünschenswert, daß auch diese Frage noch experimentell gelöst wird.

#### Literatur.

<sup>1)</sup> GERULANOS, Bruns Beitr. Bd. 91 H. 1/2. — <sup>2)</sup> THÖLE, s. das. — <sup>3)</sup> STOFFEL, Zeitschr. f. orth. Chir. Bd. 38.

## 4. Symptomatologie der Nervenverletzungen.

Von Prof. Dr. RICHARD CASSIRER.

Die völlige Unterbrechung der Leitung in einem peripheren Nerven führt zu einer Aufhebung der von ihm abhängigen Funktionen im Gebiet seiner Ausbreitung, d. h. zu einer vollkommenen Lähmung der von ihm versorgten Muskeln, zu einer Aufhebung der Empfindungsfähigkeit in dem ihm unterstehenden Territorium und zu Störungen der Vasomotilität, der sekretorischen Tätigkeit und der Trophik.

Die Charakteristika der peripheren Lähmung sind die folgenden: Die Lähmung ist eine schlaffe. Die gelähmten Muskeln werden weich, verlieren ihren Tonus, werden atrophisch, die Sehnenphänomene sind im Gebiet der Lähmung auf-

gehoben, und die elektrische Untersuchung ergibt die noch näher zu schildernden qualitativen Veränderungen der Erregbarkeit im Sinne der Entartungsreaktion.

Die Lähmung stellt sich selbstverständlich sofort im Momente der Unterbrechung der Leitung ein, ebenso wie die Störungen auf sensiblem, vasomotorischem und sekretorischem Gebiete. Dagegen bedarf es zur Entwicklung der Störungen der elektrischen Erregbarkeit eines gewissen Zeitraumes. Noch in der ganzen ersten Woche nach der Aufhebung der Leitung ist die elektrische Erregbarkeit unverändert. Dann sinkt die Reizbarkeit für den faradischen Strom allmählich ab, ebenso wie die Reizbarkeit des Nerven für den galvanischen Strom, und nach Ablauf der 2.—3. Woche, bisweilen selbst noch später, ist die faradische Erregbarkeit und die Erregbarkeit des Nerven für den galvanischen Strom ganz verschwunden. In derselben Zeit verändert die muskuläre Erregbarkeit für den galvanischen Strom ihren Charakter. Die Zuckung des Muskels, die bis dahin blitzartig gewesen ist, wird allmählich langsam, träge, wurmförmig. Dann ist das Bild der kompletten Entartungsreaktion hergestellt: Aufhebung der faradischen Erregbarkeit, der galvanischen Nerven-erregbarkeit, träge Zuckung des Muskels bei galvanischer Reizung, und zwar gleichgültig, ob mittels der Kathode oder der Anode.

Die Lähmung betrifft alle Muskeln, die in das Innervationsgebiet des geschädigten Nerven fallen. Da wo ein Muskel von mehreren Nerven gleichzeitig versorgt wird, wie etwa der Brachialis internus, der vom Radialis und Musculocutaneus seine motorische Innervation bezieht, kann von vornherein jegliche nachweisbare Parese fehlen.

Die Sensibilitätsstörung betrifft bei völliger Aufhebung der Leitung zunächst alle Qualitäten: Berührungsgefühl, Schmerz-, Temperatur- und Lagegefühl, wobei darauf zu achten ist, daß die Territorien der oberflächlichen und der tiefen Sensibilitätsversorgung sich nicht decken.

Im Gegensatz zu den motorischen Ausfallserscheinungen erscheint das Gebiet der Ausdehnung der Sensibilitätsstörungen sehr häufig von vornherein kleiner, als es den in den Schematen festgelegten sensiblen Territorien entspricht. Das hat seinen Grund darin, daß an den meisten Stellen des Körpers eine sehr starke Überlagerung der sensiblen Versorgungsgebiete durch benachbarte Nerven statthat und daß diese Nerven offenbar sofort im Momente der Verletzung ihre Bahnen dem sensiblen Reiz zur Verfügung stellen. Diese Überlagerung ist an verschiedenen Stellen des Körpers eine durchaus verschiedene. Ihre Kenntnis ist zur Beurteilung der Verletzungsfolgen absolut notwendig. Die totale Leitungsunterbrechung im Nervus radialis führt z. B. von vornherein sehr oft nur zu sehr geringfügigen sensiblen Ausfallserscheinungen über dem ersten und zweiten Knöchel und der Dorsalseite der ersten Phalange des Daumens, während der ganze radiale Teil des Dorsum der Mittelhand ungestörte Sensibilität zeigt. Das liegt daran, daß dieses vom Radialis versorgte Gebiet gleichzeitig auch noch sensible Fasern vom Musculocutaneus, vom Ulnaris, wohl auch vom Medianus erhalten hat, die sofort die Funktion des Radialis mit übernehmen, so daß der Ausfall der Sensibilität von vornherein ein sehr geringfügiger ist. Ähnlich günstige Verhältnisse finden sich an vielen anderen Stellen des Körpers, so etwa an der lateralen Seite des Gesichtes, vor dem Ohr, am Oberarm, an der Wade, während an anderen Stellen die Verhältnisse viel ungünstiger liegen. So bedingt etwa eine Leitungsunterbrechung im Ulnaris von vornherein so gut wie immer eine schwere Sensibilitätsstörung im Gebiet des Nerven, d. h. also in der Vola am 5. und am Ulnarrand des 4. Fingers und in den anschließenden Partien der Hand, am Dorsum meist noch in einem etwas ausgedehnteren Territorium an Hand und Fingern.

Diese Grenzen sind aber nicht unabänderlich für die ganze Dauer der Läsion festgelegt, sondern es tritt hier allmählich eine Verkleinerung des Sensibilitätsausfalls ein, die an den verschiedenen Stellen zeitlich und örtlich nicht unerhebliche Differenzen aufweist, aber im Gegensatz zu dem erst erwähnten Verhältnis sich jedenfalls erst langsam ausbildet, demgemäß also auf eine allmähliche Funktionsübernahme der



sensiblen Innervation des ausgefallenen Nerven durch benachbarte Nerven hinweist. Auch die Kenntnis dieser Tatsache ist absolut notwendig für die Beurteilung therapeutischer Erfolge, da die Gefahr der Verwechslung spontaner Besserung der Funktion durch Eintreten benachbarter Nerven mit etwaigen Wiederherstellungserscheinungen im geschädigten Nervengebiet ohne Kenntnis dieser Tatsachen unvermeidlich ist.

Im Gebiet der motorischen Ausfallserscheinungen spielen diese Ersatzfunktionen eine viel geringere Rolle. Hier bleibt die Lähmung, abgesehen von den erwähnten Fällen von Doppelinnervation eines Muskels zunächst durchaus konstant. Diese Doppelinnervation kommt nicht an sehr vielen Stellen vor. Am wichtigsten ist sie im Gebiet der Endausbreitung des Medianus und Ulnaris, wo sie der Erkenntnis des Umfangs der Läsion allerdings ganz außerordentliche Schwierigkeiten in dem Sinne machen kann, daß die Feststellung, ob beide Nerven oder nur einer von ihnen beschädigt ist, außerordentlich schwer werden kann.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung kommt es aber dann oft genug doch noch zu einer Änderung der Lähmungserscheinungen durch das vikariierende Eintreten gesunder Muskeln für gelähmte. Das bekannteste Beispiel dieser Art ist der Ersatz der Funktion des Deltoides durch den Musculus supraspinatus, cucullaris und pectoralis major. In diesen Fällen ist der Kranke imstande, trotz fortdauernder absoluter Lähmung des Deltoides durch gemeinsame Wirkung der genannten Muskeln den Arm bis zur Horizontalen zu erheben. Die Beobachtung der Kriegsverletzungen hat zahlreiche Beispiele für derartige Ersatzfunktionen gegeben, die diagnostisch und besonders für die einwandfreie Beurteilung therapeutischer Maßnahmen immer berücksichtigt werden müssen. Ich erwähne nur einige wichtige. Es ist seit langem bekannt, daß durch eine maximale Anspannung der Extensoren der Hand eine Beugung des Unterarms erzielt werden kann. Auch die Beuger der Hand können gelegentlich in diesem Sinne wirken. Eine Beugung der Hand kann durch den Musculus abductor policis longus herbeigeführt werden. Die Funktion der Abduktion des 2. Fingers wird durch den Extensor indicis proprius in vollkommenem Maße ausgeführt. Die Nichtbeachtung dieser Tatsache kann zur fälschlichen Annahme einer Restitution im Ulnargebiet führen. Eine ausführliche Zusammenstellung dieser Ersatzfunktionen findet sich in den Referaten von WEXBERG, auf die überhaupt bezüglich aller Einzelheiten, insbesondere auch aller Literaturangaben, verwiesen wird. Sehr wichtig ist es, die Scheinbewegungen genau zu kennen, die sich aus der Erschlaffung von Antagonisten ergeben. Auch hier ist die Beurteilung keineswegs immer leicht, und es ist dabei doch von der größten Wichtigkeit, sich Klarheit zu verschaffen, einerseits, um eine exakte Indikation für eine eventuelle operative Behandlung stellen zu können, andererseits um ein einwandfreies Urteil über einen Operationserfolg zu gewinnen. Mir hat die Entscheidung darüber, ob beispielsweise eine Bewegung im Sinne einer Beugung der Hand der Ausdruck einer geringfügigen Anspannung der Beuger der Hand oder eines Nachlassens der Kontraktion der Antagonisten, d. h. also der Extensoren der Hand, gewesen ist, oft genug die allergrößten Schwierigkeiten gemacht.

Endlich ist noch an den Ersatz der Wirkung gelähmter Muskeln durch mechanische Momente zu denken, so etwa wenn eine Fingerbeugung durch synergische Handstreckung zustande kommt. Durch mechanische Momente erklärt sich z. B. auch die bekannte Streckung des Handgelenks bei Beugung der Finger.

Die vasomotorischen Störungen sind bei Verletzungen gewisser Nerven, namentlich bei Medianus-, Ulnaris-, Peroneus- und Tibialischädigungen, recht erheblich, während sie bei anderen, z. B. beim Radialis, ganz in den Hintergrund treten. Ihre häufigste Form ist die Zyanose, die sich sehr oft scharf auf das Gebiet der betreffenden Nerven beschränkt. Ähnliche Verhältnisse bieten die Anomalien der Schweißsekretionen. Wir finden teils Hyperhidrosis, teils Anhidrosis. Wenigstens für die späteren Stadien totaler Nervenverletzung erscheint mir die Anhidrosis das gewöhnliche Vorkommen darzustellen. So habe ich z. B. bei schweren alten

Ischiadikusverletzungen dieses Symptom sehr oft gefunden. In diesen Fällen gelingt es schon durch Besichtigung und Betastung des Fußes die Ausdehnung der Lähmung festzustellen. Die trophischen Störungen, deren Genese unzweifelhaft eine komplizierte ist, betreffen außer den Muskeln, von denen schon die Rede war, auch alle übrigen Gebilde, die Haut, die Knochen, die Gelenke, die Sehnen und Sehnenscheiden, die Nägel und die Haare. Von diagnostischer Bedeutung ist oft das Verhalten des Nagelwachstums, das gelegentlich für die Lokalisation der Lähmung von Wichtigkeit ist. Die Verhältnisse des Haarwachstums sind nicht genügend geklärt. Ebenso wenig gestattet die sehr häufig ausgedehnte Knochenatrophie weitgehendere diagnostische Schlüsse. Von symptomatologischer Wichtigkeit ist die Tatsache, daß die Trophik der Haut stark geschädigt ist. Geringfügige mechanische, thermische, bakterielle Reize bedingen schwere Schädigungen. Es kommt zu Gangrän, zu Nekrosen, zu Geschwürsbildungen von großer Hartnäckigkeit. Doch erlaubt die Tatsache des Auftretens dieser Veränderungen keinen Schluß in bezug darauf, ob die Leitungsunterbrechung eine vollständige ist oder nicht. Ich bin im ganzen geneigt, schwere trophische Störungen mehr als den Ausdruck einer unvollständigen Läsion des Nerven anzusehen.

Unter den Symptomen der Nervenverletzungen wurde bisher das wesentlichste subjektive Zeichen, der Schmerz, nicht erwähnt. Im Augenblick der Verletzung wird meist kein Schmerz empfunden. Die Verletzten haben das Gefühl, als ob der betreffende Körperteil losgerissen wäre, namentlich wenn es sich um Verletzung mehrerer Nerven einer Extremität handelt, aber sie haben zunächst keine Schmerzen. Später stellen diese sich oft ein, aber keineswegs immer. Man muß sich bisweilen wundern, daß die schwersten Verletzungen ohne Schmerzen einhergehen. Auf der anderen Seite erreichen sie manchmal außerordentlich hohe Grade. Die Schmerzen verlaufen im Ausbreitungsgebiet des entsprechenden Nerven, tragen meist einen neuralgiformen Charakter, sind stechend und brennend und vielfach abhängig von psychischen Spannungen: Angst, Unruhe, Erregung, Schreck. In den späteren Stadien ist es nicht immer leicht, ihren organischen Charakter festzustellen. Psychogene Elemente überlagern den organischen Schmerz, auch der Morphiumpflichter spielt vielfach eine Rolle.

In manchen Fällen wird gelegentlich der Schmerz oder die Parästhesie auch an der kontralateralen Seite empfunden (Alloparalgie). Die Häufigkeit und Intensität der Schmerzen wechselt je nach dem Sitz der Verletzung und ist bei den verschiedenen Nerven sehr verschieden. Am häufigsten sind die Schmerzen bei allen Plexusverletzungen, beim Ischiadikus und Medianus, selten beim Radialis; doch gibt es auch hier Ausnahmen.

Gegenüber den sensiblen Reizerscheinungen treten motorische ganz in den Hintergrund. Ein leises Zittern und Zucken sieht man namentlich bei sehr intensiven Schmerzen häufiger, wie mir scheint, besonders dann, wenn sich noch Fremdkörper, Geschoß- oder Knochensplinter im Nerven finden. Unter diese Bedingungen sind auch die Schmerzen häufig von ungewöhnlicher Dauer und Intensität.

Das Bild der völligen Leitungsunterbrechung des peripherischen Nerven ist im vorstehenden in seinen wesentlichen Zügen gekennzeichnet. Es stellt sich bei den Nervenschußverletzungen so gut wie immer im Momente der Verletzung ein. Eine nachträgliche Umwandlung einer partiellen in eine totale Leitungsunterbrechung kommt nur selten in Frage.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Erscheinungen einer vollkommenen Leitungsunterbrechung keinen Schluß darüber zulassen, ob eine Kontinuitätstrennung des Nerven vorliegt oder nicht, d. h. die neurologische Diagnostik gewährt uns nur die Möglichkeit, über das physiologische Verhalten des Nerven eine Aussage zu machen, nicht über das anatomische. Dieselben Bilder, die wir bei einer völligen Zerreißung erhalten, bieten sich uns dar bei schwerer Narbenbildung im Nerven und selbst auch

bei einer schweren Zerrung, bei der die makroskopische Untersuchung am freigelegten Nerven keinerlei Veränderungen erkennen läßt. Doch darf immerhin gesagt werden, daß die Begleitumstände des einzelnen Falles uns so gut wie immer die Möglichkeit gegeben haben, wenigstens zwischen Zerrung und anatomischer grober Läsion zu unterscheiden. Dagegen war die Feststellung, ob Zerreißung oder eine andere gröbere Verletzung vorliegt, meist nicht möglich.

Der weitere Verlauf einer solchen totalen Leitungsunterbrechung im Nerven ist verschieden, je nachdem die Leitung dauernd aufgehoben bleibt oder spontan oder durch die Therapie eine Wiederkehr der Funktion sich anbahnt.

Bei fortdauernder Leitungsunterbrechung, also etwa bei einer Zerreißung des Nerven, bei der ein therapeutischer Eingriff nicht gemacht wird, bleibt die Lähmung dauernd bestehen. Über die möglicherweise eintretenden Ersatzfunktionen wurde das Wichtigste bereits gesagt. Ihre Kenntnis ist naturgemäß durchaus notwendig, um diagnostische Irrtümer zu vermeiden. Die elektrische Erregbarkeit zeigt in diesen ungeheilten Fällen etwa nach Jahresfrist Veränderungen, insofern als die bis dahin noch vorhandene galvanische Muskeleerregbarkeit allmählich aufhört und schließlich das entsprechende Nerven- und Muskelgebiet auf elektrische Reize überhaupt nicht mehr reagiert. Zu dieser Zeit ist dann die Atrophie der Muskulatur immer weiter vorgeschritten, das eigentliche Muskelgewebe im höchsten Grade reduziert. Die schweren vasomotorischen, sekretorischen und trophischen Störungen bleiben bestehen, namentlich die letzteren sind häufig eine äußerst lästige Erscheinung. Die Empfindlichkeit der Haut gegen alle äußeren Reize, Geschwürsbildung, Nekrosen wird zu einer unablässigen Belästigung für den Verletzten. Sie, wie die langsam sich einstellenden Kontrakturen in den Antagonisten behindern die Benutzung des betreffenden Körperabschnittes in sehr erheblichem Maße, das über die Lähmungsfolgen noch hinausgeht.

Die Schmerzen treten in den späteren Stadien bei den ungeheilten Verletzungen oft nicht so sehr in den Vordergrund.

Die Sensibilitätsstörung wird, worauf früher schon hingewiesen wurde, ganz regelmäßig weniger umfangreich. Diese Einschränkung des asensiblen Gebietes erfolgt nach bestimmten, wenn auch individuell wechselnden Gesetzen, deren Kenntnis eine unbedingt notwendige Voraussetzung für die Beurteilung der Schwere und des Ablaufs der Verletzungsfolgen ist. Ihre Vernachlässigung würde zu durchaus falschen Schlüssen über die Vorgänge bei der Restitution führen. Als allgemeines Ergebnis kann man jedenfalls sagen, daß das seiner Empfindungsfähigkeit beraubte Territorium auch bei völlig ungeheilt bleibender Nervenverletzung wesentlich kleiner ist als das anfangs befallene Gebiet.

Die Zeichen beginnender Wiederherstellung der Funktion machen sich, wie es scheint, zuerst auf dem Gebiet der Vasomotilität bemerkbar, indem die bis dahin fehlenden Gefäßreaktionen wieder aufzutreten scheinen, was sich subjektiv dadurch kundgibt, daß das Kältegefühl geringer wird und die Zyanose sich bessert. Es bedarf in dieser Beziehung noch weiterer Forschungen.

Die Wiederherstellung der motorischen Funktionen, die sich zuerst in dem Wiederauftreten geringer Bewegungen im bis dahin völlig gelähmten Nervengebiet kundgibt, erfolgt auch nach bestimmten Gesetzen, insofern ganz regelmäßig nach anfangs totaler Ausschaltung eines Nervenstammes bestimmte Muskeln die erste Beweglichkeit erkennen lassen, mag es sich nun um spontane Restitution oder um einen Erfolg der Behandlung handeln. So ist es ganz regelmäßig bei der Radialislähmung, daß die Extensoren der Hand früher als die der Finger sich wiederherstellen, bei der Ischiadikuslähmung die Beuger des Fußes früher als die Strecker.

Die elektrische Erregbarkeit erfährt eine Veränderung im Sinne einer Besserung erst erhebliche Zeit nach der Besserung der motorischen Funktion. Die komplette Entartungsreaktion ist also in der Restitutionsphase noch zu einer Zeit vorhanden, wo die Rückkehr der Beweglichkeit bereits begonnen hat. Die allmähliche Wiederkehr



zu normalen elektrischen Verhältnissen erfolgt in der Weise, daß die faradische Erregbarkeit und die galvanische Erregbarkeit des Nerven zunächst bei sehr starken Strömen wieder eintritt, später dann auch die faradische Erregbarkeit des Muskels. Die galvanische Erregbarkeit des Muskels behält noch sehr lange ihren pathologischen Charakter im Sinne einer trägen Zuckung.

Die Kriegsverletzungen des Nerven haben uns Veranlassung und Möglichkeit gegeben, an Stelle der bis dahin fast ausschließlich geübten elektrischen Untersuchung durch die Haut hindurch eine solche am freigelegten Nerven vorzunehmen. Die hierbei erzielten Ergebnisse sind von großem diagnostischen Wert für unser therapeutisches Handeln geworden. Es hat sich gezeigt, daß wir am freigelegten Nerven andere Ergebnisse vermittels der elektrischen Untersuchung erzielen können als bei der perkutanen Untersuchung. Insbesondere war es möglich nachzuweisen, daß bei Reizung mit dem faradischen Strom am freigelegten Nerven sich häufig Zuckungen in dessen Gebiet erzielen ließen, die bei perkutaner Reizung nicht eintraten. Es war damit erwiesen, daß sich in dem verletzten Gebiet noch funktionsfähiges Nervenmaterial vorfand, daß also nicht, wie die perkutane elektrische Untersuchung zu ergeben schien, eine totale Leitungsunterbrechung vorlag. Es liegt auf der Hand, daß diese Feststellung von unbedingtem Einfluß auf das operative Vorgehen sein mußte, und wir haben daher sehr bald bei jeder Operation, bei der nicht eine deutliche Zerreißung des Nerven vorhanden war, uns der faradischen Untersuchung am freigelegten Nerven bedient. Es erschien uns notwendig, teils peripher, teils zentral von der Narbe zu reizen, da die Ergebnisse in den verschiedenen Fällen verschieden waren und wir uns nicht in die Lage versetzt sahen, dafür bestimmte Gesetzmäßigkeiten aufzufinden.

Wo unter Lokalanästhesie operiert wurde, konnte durch Reizung des freigelegten Nerven auch über die sensiblen Verhältnisse noch ein genaueres Urteil gewonnen werden, als das vorher möglich gewesen war. Für diese Fälle wurde z. T. auch der galvanische Strom benutzt, dessen Anwendung aber, da er auch chemische Wirkungen setzt, Vorsicht erfordert.

Die Rückbildung der Sensibilitätsstörungen erfolgt, wie es scheint, meist später als die Rückbildung der Motilität, wenn man sorgfältig darauf achtet, die Ersatzfunktionen auszuschließen. Sicher ist, daß die letzten Reste der Störung bei sonst völliger Restitution sehr oft in Parästhesien und in einer geringfügigen objektiven Sensibilitätsstörung bestehen. Bezüglich der Störung der einzelnen Qualitäten der Sensibilität und des Ganges der Rückbildung derselben sind die berichteten Einzelheiten ohne erhebliche Bedeutung für die Diagnose und Therapie. Die größte Ausdehnung hat von vornherein die Warm- und Kälтанästhesie, dann kommt die Schmerzsinnsstörung und dann die Berührungsempfindung. In derselben Reihenfolge dürfte auch meist die Rückbildung erfolgen.

In vielen Fällen ist von vornherein die Schädigung des Nerven keine totale. Die Charakteristika dieser partiellen Nervenläsionen sind die folgenden. Die Lähmungserscheinungen sind nicht total, wenigstens nicht im Gesamtgebiet des Nerven. Sehr wohl kann es dabei allerdings geschehen, daß hauptsächlich in den distalen Muskelgruppen die Aufhebung der motorischen Funktion zunächst doch eine ganz oder nahezu totale sein kann. Die wichtigsten diagnostischen Anhaltspunkte liefert uns die elektrische Untersuchung. Sie weist das Vorhandensein der sog. partiellen Entartungsreaktion auf, d. h. die faradische Erregbarkeit und die galvanische Nerven-erregbarkeit ist nur herabgesetzt, aber nicht aufgehoben. Die direkte Reizung des Muskels ergibt träge Zuckungen. Dieses Verhalten der elektrischen Erregbarkeit erweist mit Sicherheit eine relativ leichte Schädigung des Nerven und erweckt begründete Aussicht auf eine spontane Restitution, macht also operatives Eingreifen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle unnötig.

Die vasomotorischen Störungen können auch bei leichterer Schädigung des Nerven erheblich sein, bilden sich aber doch auch meist nach nicht zu langer Zeit zu-

rück. Trophische Störungen treten oft in einer besonderen Art in den Vordergrund. Es kommt zu irritativen Prozessen an der Haut, Blasenbildung und ähnlichen Erscheinungen, die häufig sehr hartnäckig und unangenehm sind. Sekretorische Störungen machen sich meist in Form der Hyperhidrosis geltend.

Die objektiven sensiblen Störungen fehlen manchmal ganz. Das wechselt je nach der Intensität der Schädigung, aber auch je nach der Art des befallenen Nerven. Wo sie vorhanden sind, treten sie nach Extensität und Intensität häufig zurück und sind meist weniger ausgeprägt als die motorischen Ausfallserscheinungen, doch kommt, wenn auch im ganzen selten, auch das umgekehrte Verhalten vor.

Die Schmerzen sind häufig von sehr großer Intensität, nicht gar so selten stärker als bei völliger Aufhebung der Leitung. Es gibt Fälle, wo sie ganz das Krankheitsbild beherrschen, wo die motorischen Erscheinungen und die objektiven Sensibilitätsstörungen zurücktreten und die Schmerzen allein das therapeutische Handeln beeinflussen und zu operativen Eingriffen Veranlassung geben müssen. In unserem Beobachtungsmaterial sind diese Fälle nicht gerade sehr häufig gewesen. Hier ist dann oft noch ein Symptom sehr ausgeprägt, das Beachtung verdient: die Druckschmerzhaftigkeit der Verletzungsstelle, an der sich meist ein Neurom findet. Auch sonst ist die Prüfung der Druckschmerzhaftigkeit der Nerven an den für Druck zugänglichen Stellen von Wichtigkeit. Wo sich in genügendem Abstände peripher von der Verletzungsstelle eine Druckschmerzhaftigkeit des Nerven mit Ausstrahlung des Schmerzes in die periphere Nervenbahn findet, ist anzunehmen, daß keine völlige Leitungsunterbrechung vorliegt. Natürlich sind die Ergebnisse dieser Untersuchung nur mit Vorsicht zu verwerten.

Je nach der Intensität der Veränderungen ist auch der Verlauf bei den partiellen Schädigungen ein wechselnder; schon nach Wochen kann die Restitution sich einstellen, es können aber auch einige Monate darüber vergehen. Je weniger die faradische Erregbarkeit gestört ist, desto günstiger pflegt der Verlauf zu sein.

Die Erfahrungen des Krieges haben uns dann noch mit einem bis dahin wenig gewürdigten Typus der Nervenverletzung bekannt gemacht. Sie haben gezeigt, daß nicht allzu selten bei Verletzung eines Nervenstammes nicht seine ganze Faserung lädiert wird, sondern nur ein Teil derselben, während der übrige Teil ganz oder fast ganz intakt bleibt. Das Resultat ist auch hier eine partielle Verletzung. Aber zum Unterschied von dem vorigen Typus ist hier ein Teil der Funktion des Nerven schwer geschädigt, während ein anderer keine Störung aufweist. So kann z. B. eine Verletzung des Radialis in der Achselhöhle der Trizeps und Brachioradialis ungeschädigt bleiben, während die übrige Radialismuskulatur in ihrer Funktion aufgehoben ist. Am häufigsten sind diese partiellen Nervenstammverletzungen am Ischiadikus und am Plexus brachialis beobachtet worden. Die Gründe dafür liegen auf der Hand. In anderen Gebieten ist diese Art der Verletzung im ganzen doch selten gewesen.

Diese Verletzungen haben einen ziemlich charakteristischen Verlaufstypus. Im Anfang erscheint, wie das ja sehr plausibel ist, die Lähmung ausgedehnt. Sehr bald tritt dann eine Restitution ein, sowohl auf motorischem wie auf sensiblem Gebiete. Elektrodiagnostisch ist festzustellen, daß in einem Teil des Gebietes mehr oder minder leichte partielle Entartungsreaktion vorhanden ist, in dem anderen totale. Die anfänglich rasch fortschreitende Restitution macht dann aber bald Halt und ein Teil der Funktionen bleibt dauernd geschädigt, so daß dann die operative Behandlung hier in ihr Recht treten muß. Gerade diese Fälle sind es, bei denen die elektrische Untersuchung am freigelegten Nerven von ganz wesentlicher Bedeutung ist. Alle die Fasern, die elektrisch erregbar sind, müssen stehen bleiben, während der elektrisch unerregbare Teil des Nervenfaserschnittes exzidiert wird, und die Enden des exzidierten Stückes miteinander durch Naht vereinigt werden. Wir haben uns vielfach überzeugt, daß gerade diese partiellen Nähte eine recht gute Prognose geben können.

---

## 5. Grob=anatomische Bilder.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT.

Mit 10 Abbildungen im Text.

Die anatomischen Bilder, welche wir bei der Freilegung schußverletzter Nerven vorfinden, sind von einer ungeheuren Mannigfaltigkeit.

Wer erst dann zum Messer greift, wenn eine länger fortgesetzte neurologische Beobachtung auf das Bestehen einer schweren Nervenläsion hinweist, der wird negativem Befund am freigelegten Nerven nur selten gegenüberstehen. Denn dauernden schweren, klinischen Ausfallserscheinungen müssen anatomische Veränderungen im getroffenen Nerven zugrunde liegen.

Ich selbst habe meiner Erinnerung nach bei mehr als 300 protokollierten Operationen nur zweimal mehr oder weniger normale Nerven gesehen, und das war in Fällen, in denen mir kein allzu erfahrener Neurologe zur Seite stand. Es waren Verletzte, bei denen ich mit der Operation wohl noch hätte warten können.

STRACKER-SPITZY<sup>1)</sup> haben ebenfalls bei einem sehr großen operativen Material (ca. 400 Fälle) nur viermal negativen Befund erhoben.

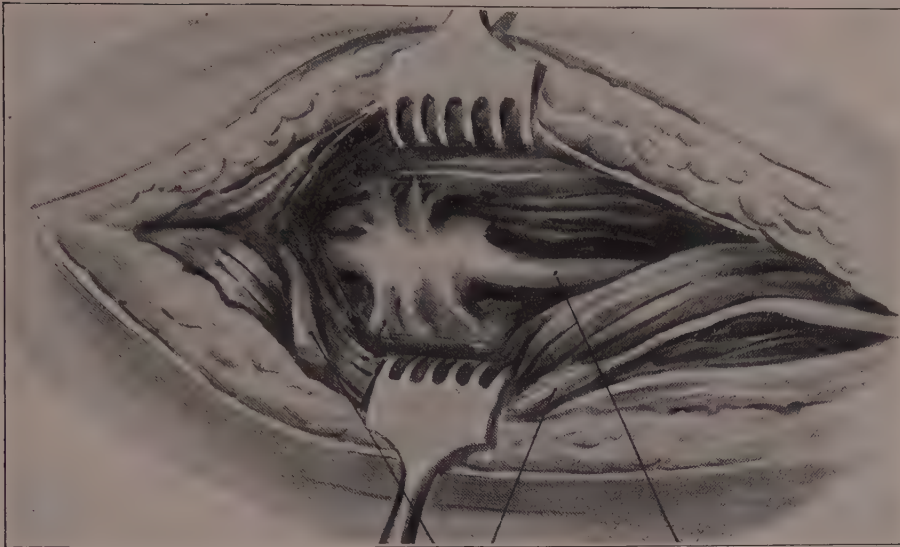
Wer aber den Standpunkt der Frühoperation vertritt, der wird wohl häufiger Gelegenheit haben, mehr oder weniger intakte Nerven oder solche mit nur minimalen Veränderungen zu finden.

Wir wollen daran festhalten, daß man von negativen Erfolgen nur dann sprechen soll, wenn der freigelegte Nerv in seiner Form, in seiner Konsistenz und in seiner Farbe vollkommen normal erscheint; der beste Weg, um diese Feststellung am freigelegten Nerven zu machen, scheint mir noch immer die genaue Betrachtung mit dem Auge, evtl. mit Zuhilfenahme einer Lupe, und die sorgfältige Palpation mit dem Finger; der zart fühlende Finger wird auch unbedeutende Verhärtungen und Erweichungen finden. Als wertvolles Unterstützungsmittel, um kleine Veränderungen nicht zu übersehen, betrachte ich die Aufschwemmung des Nerven nach HOFMEISTER<sup>37)</sup>: bei diesem Aufschwemmungsversuch, der sowohl mit Kochsalz- wie mit halbprozentiger Novokainlösung ausgeführt werden kann, zeigen sich schon geringgradige Veränderungen durch abnormen Widerstand beim Einspritzen der Flüssigkeit.

Sind aber makroskopisch überhaupt Veränderungen nachweisbar, so soll man von negativen Befunden nicht mehr sprechen, auch wenn die Veränderungen noch so geringfügig sind.

In einem der vorigen Kapitel (2) wurde schon darauf hingewiesen, welche Befunde, namentlich bei den sog. Fernschädigungen beschrieben worden sind; mit wenigen Worten will ich hier auf dieselben noch einmal zurückkommen. Abnormer Blutreichtum kann wohl gelegentlich als Frühfolge einer Reizungs- oder Stauungserscheinung aufgefaßt werden; diesem Zeichen darf aber nur dann Bedeutung beigemessen werden, wenn es wirklich auf die zirkumskripte Stelle der Läsion oder auf deren nächste Umgebung beschränkt ist. Zeigt sich ein Nervenstamm auf eine größere Strecke hin gleichmäßig hyperämisch, so muß die Bedeutung dieses Blutreichtums als eines pathologischen Befundes in Frage gestellt werden; denn die Stärke der Gefäßversorgung ist nach meinen Erfahrungen bei verschiedenen Individuen auch außerordentlich verschieden. Geschlängelte, stark gefüllte Nerven Gefäße sind durchaus nichts Ungewöhnliches und nicht ohne weiteres als etwas Krankhaftes anzusehen. Leicht gelbliche Verfärbung des Epineuriums, Ödem der Nervenscheide, sind Befunde, die vorwiegend bei den sog. Fernschädigungen notiert wurden; sie müssen wohl als Residuen kleiner Blut- und Lymphergüsse, also als pathologische Erscheinungen aufgefaßt werden: hierher gehört auch die, gelegentlich beschriebene, „Abplattung“, „Verschmälnerung“, „abnorme Weichheit“, aber nur dann, wenn sie wirklich vorhanden sind.

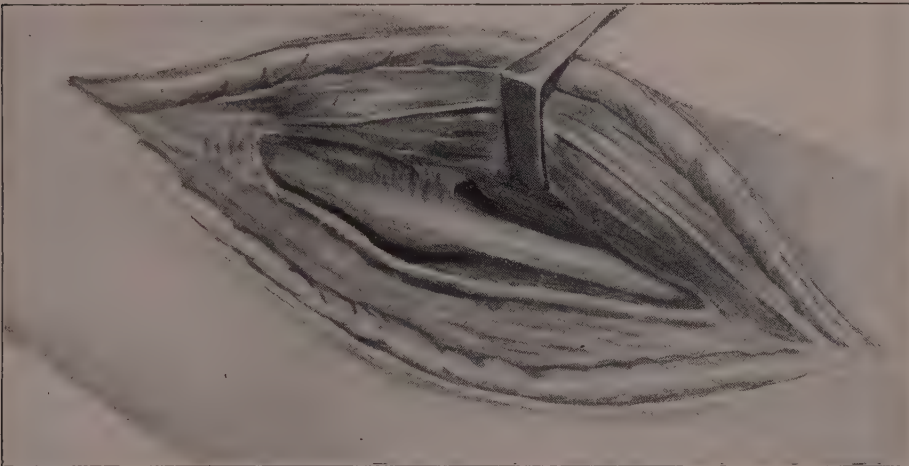




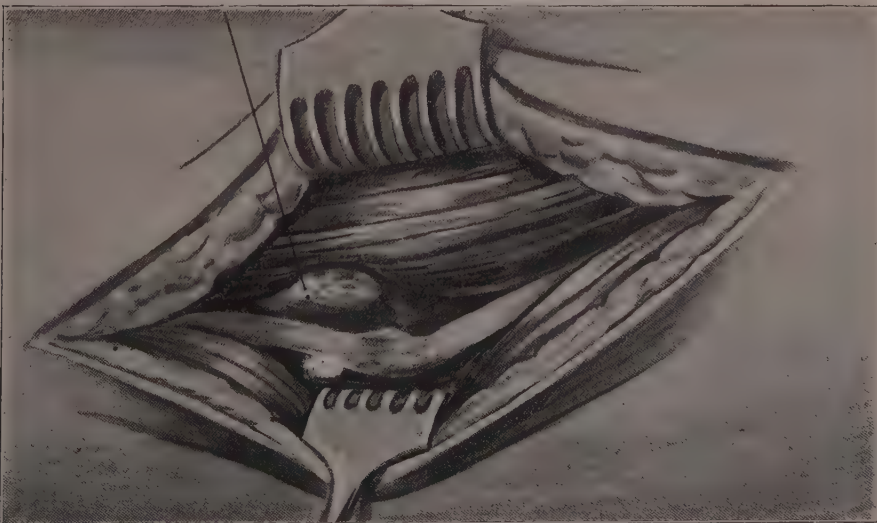
N. cut. antebrach. — N. radialis.

**Abb. 277. Schwere Radialislähmung durch Schuß.**

Die den Radialis einschnürenden Narben sind nach Durchtrennung des Trizeps freigelegt. (Eigene Beobachtung.)



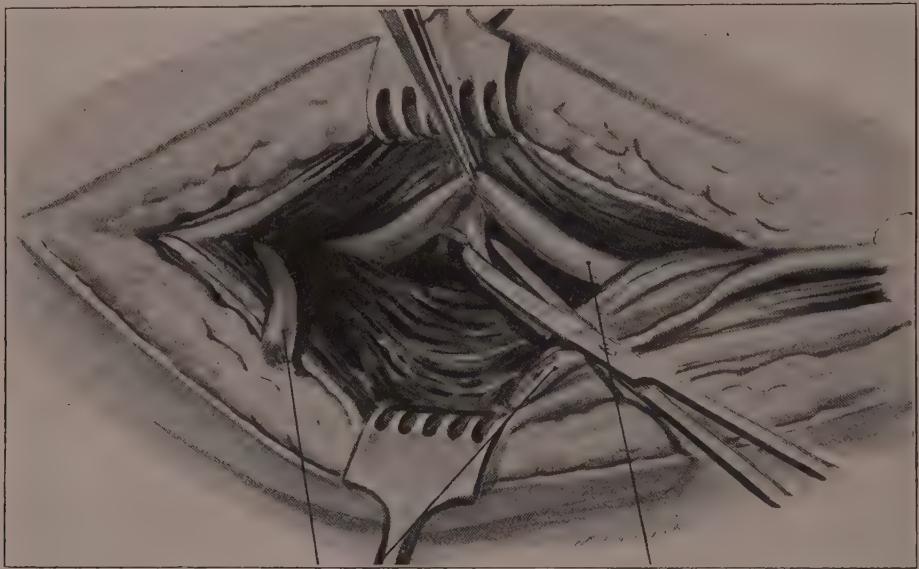
**Abb. 278. Verwachsung des N. Medianus mit seiner Umgebung durch breite Narben.**  
Exzentrisches Neurom. (Eigene Beobachtung.)



**Abb. 279. Schußnarbe im N. radialis. Traumatische Exostose des Humerus.**  
Eigene Beobachtung. (Aus Bruns Beiträge, Bd. 97.)

Ich habe auch schon früher erwähnt, daß makroskopisch scheinbar normale Nerven doch mikroskopische Veränderungen zeigen können, daß namentlich SPIELMEYER<sup>3)</sup> in einem Nerven, der sich bei der Operation nur „weicher“ anfühlte als normal, mikroskopisch Verlust von Markfasern nachweisen konnte; erhaltene Nervenfasern lagen unmittelbar zwischen marklosen Lichtungen. SPIELMEYER hat auch darauf hingewiesen, daß in solchen leicht geschädigten Nerven, in welchen die Zwischensubstanzen und bindegewebigen Hüllen intakt verliefen, die Neubildung der Nervenfasern in den Bahnen der alten Schwannschen Zellen, die sich in Bandfasern umgewandelt haben, d. h. gewissermaßen in altem Geleise, leicht und schnell von statten gehen.

In weitaus der Mehrzahl der Schußschädigungen, welche zu operativen Eingriffen Anlaß geben, finden sich deutliche makroskopisch erkennbare gröbere Veränderungen an der verletzten Stelle. Abb. 277—283 geben eine kleine Auslese meiner eigenen



Die Enden des zerschossenen N. cutan. antebrachii. N. radialis.

Abb. 280. Verwachsungen des Nervus radialis mit dem Humerus.

Achtung vor Verwechslung beider Nerven. (Eigene Beobachtung.)  
Aus Bruns Beiträge, Bd. 97.

Operationsbefunde. Der Endeffekt der Schußverletzung zeigt sich in partiellem oder totalem Abschuß und in dem Auftreten von endoneuralen Narben oder von Neuomen an den abgeschossenen Enden.

Blieb der Stamm in seiner Kontinuität erhalten, so haben wir eine endoneurale Narbe, eine zirkumskripte Verhärtung vor uns. Ihre Größe wechselt, vom kleinen miliaren und submiliaren Knötchen bis zu taubenei- und daumendicken Geschwulstknoten. Je voluminöser der verletzte Nerv, je größer die Zerstörung von Nervenfasern in demselben, um so dicker ist das Neurom.

Bald finden wir die endoneurale Narbe exzentrisch an der Peripherie des Stammes als buckelförmige Auftreibung, bald ist der ganze Stamm gleichmäßig spindelförmig aufgetrieben, bald liegt sie im Zentrum des Nerven, um das sich die noch erhaltenen Nervenbündel schalenförmig herumlegen. In anderen Fällen wieder ist die Kontinuität des Nerven fast vollkommen durch das spindelförmige Neurom unterbrochen, bis auf ein schmales, flaches Band von Nervenbündeln, das an einer Seite des Neuoms entlang zieht.

Schneidet man die häufig fast knorpelhaften Nervennarben ein oder versucht man sie der Länge nach zu spalten, so sieht man entweder eine homogene, graue Narbenmasse, die allmählich proximal und distal in normalen Nervenfasern endet oder man erkennt schon makroskopisch inmitten der Narben abgeschossene Nervenbündel; diese Bündelchen gehen entweder selbst allmählich in die Narbenmassen über, oder sie enden in ihr mit kolbigen Anschwellungen; die zerschossenen Nervenbündelchen können in allen Richtungen des Raumes gegeneinander verschoben sein. In manchen Fällen ziehen mitten durch die Neuromnarben hindurch wohlerhaltene Nervenkel; bald ist ihre Form und ihre Konsistenz gegen die Norm unverändert, bald erscheinen sie von den Narbenmassen eingeschnürt und verschmälert. Den richtigen Aufschluß über die in den Neuomen vorgegangenen Veränderungen gibt uns nur die mikroskopische Untersuchung.

Bisweilen findet man zwei spindelförmige durch eine schmalere Brücke mitein-

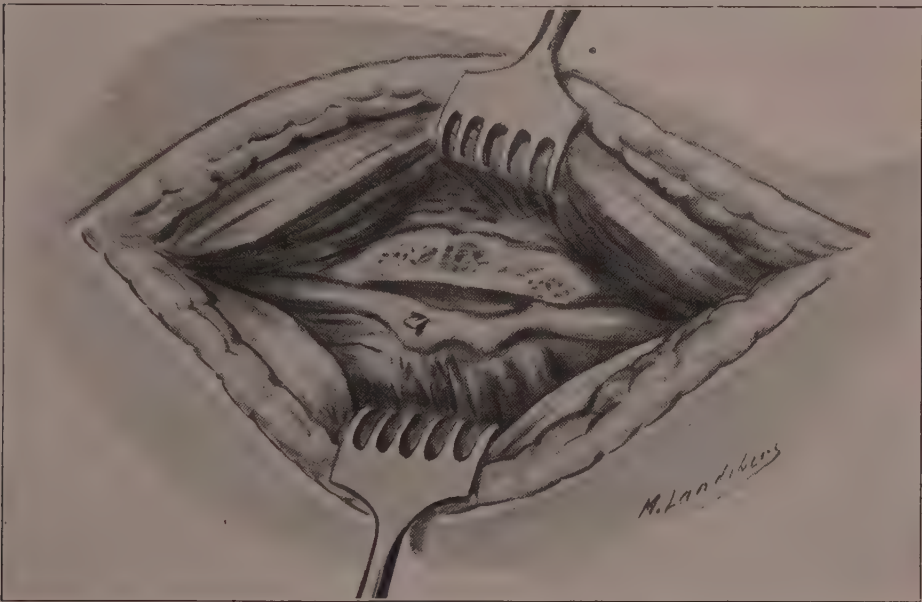


Abb. 281. Knochensplitter im narbig veränderten Nervus radialis.

Kallusmassen am Humerus geglättet.

(Eigene Beobachtung.) Aus Bruns Beiträge, Bd. 97.

ander verbundene Neuromknoten, die wir als Sanduhrform oder Doppelspindel bezeichnen. Die Verbindungsbrücke zwischen beiden Spindeln kann entweder allein durch Narbengewebe gebildet werden, oder es finden sich auch in dem Verbindungsstück noch erhaltene Nervenbündel. Diese Sanduhrform des Neuoms kann durch Pressung und Quetschung entstehen, dadurch, daß an der Quetschstelle der gesamte oder wenigstens fast der gesamte nervöse Leitungsapparat zerstört wurde, während das Bindegewebe als plattes Band erhalten blieb; aus den zurückgebliebenen zerquetschten Nervenfasern entwickelte sich dann am proximalen wie am distalen Ende je ein Neuromknoten. Ausnahmsweise kann ein ähnliches Bild auch wohl dadurch entstehen, daß die Stümpfe eines vollkommen durchrissenen Nerven nahe beieinander blieben und sekundär durch eine bindegewebige Narbe miteinander verwachsen.

In den Neuomen findet man vielfach Fremdkörper aller Art, die vom Projektil mitgerissen wurden: namentlich Metallsplitter von Geschossen, dann Knochensplitter, Tuchfetzen und, wie wir mikroskopisch feststellen konnten, auch Muskelstückchen.



Weiter hat man Gelegenheit, randständig gelegene Defekte an Nervenstämmen zu sehen, welche durch Tangentialschüsse hervorgerufen worden sind. In Frühfällen fand WILMS abgeschossene Nervenbündel, die nach dem Ausschuß zu hervorragten.

Ein seltener Befund sind schlitzförmige Löcher im Nerven. Über die Entstehung derselben durch sog. Lochschüsse ist schon an anderer Stelle berichtet worden.

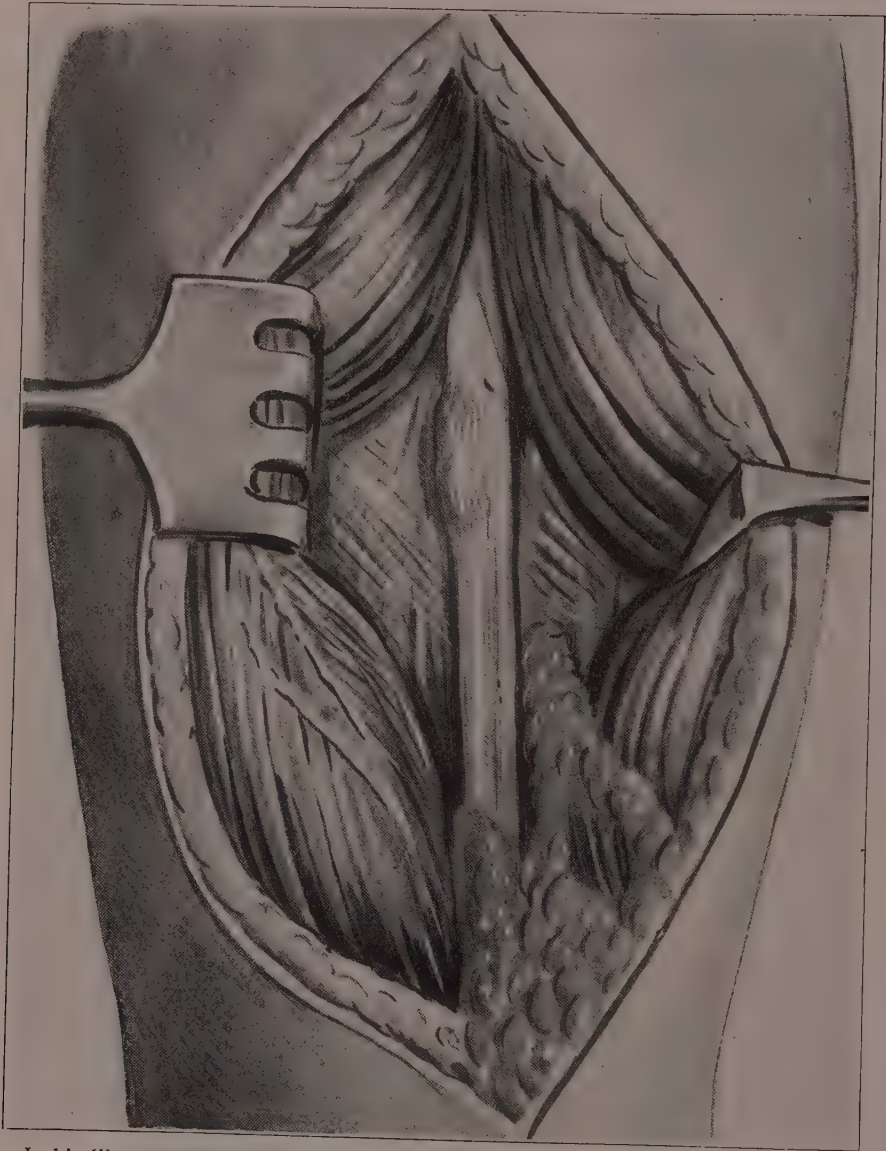


Abb. 282. Ischiadikus mit Neurombildung im Peronäusgebiet. (Lähmung nur im Femurgebiet.)  
(Eigene Beobachtung.) Aus Bruns Beiträge, Bd. 97.

Ausnahmsweise habe ich Nerven angetroffen, bei denen die eine Hälfte abgeschossen war, während die andere erhaltene, vollkommen normale Nervenbündel enthielt. Einmal sah ich einen Radialis auf eine mehrere Zentimeter lange Strecke in zwei Stränge geteilt, deren einer unversehrte Nervenbündel enthielt, während sich der andere als reiner bindegewebiger Narbenstrang erwies.

Die bisher beschriebene Gruppe von Fällen hat bei aller Verschiedenheit doch das Gemeinsame, daß die Kontinuität des Nervenstranges mehr oder weniger

erhalten blieb. Ihr steht die andere Gruppe von Fällen gegenüber, bei welcher die totale Zerreißung, der totale Abschuß, die Folge der Verletzung war.

Ist die Kontinuität eines Nerven aufgehoben, dann ziehen sich die Stümpfe kraft der ihnen innewohnenden Elastizität voneinander zurück: es entsteht eine Diastase zwischen den Nervenenden, die um so größer ist, je größer die Elastizität des durchschossenen Nerven, je größer seine Spannung im Augenblick des Schusses, und je ungünstiger die Gelenkstellung nach dem Schusse wurde. Auch die Fixation des Nerven

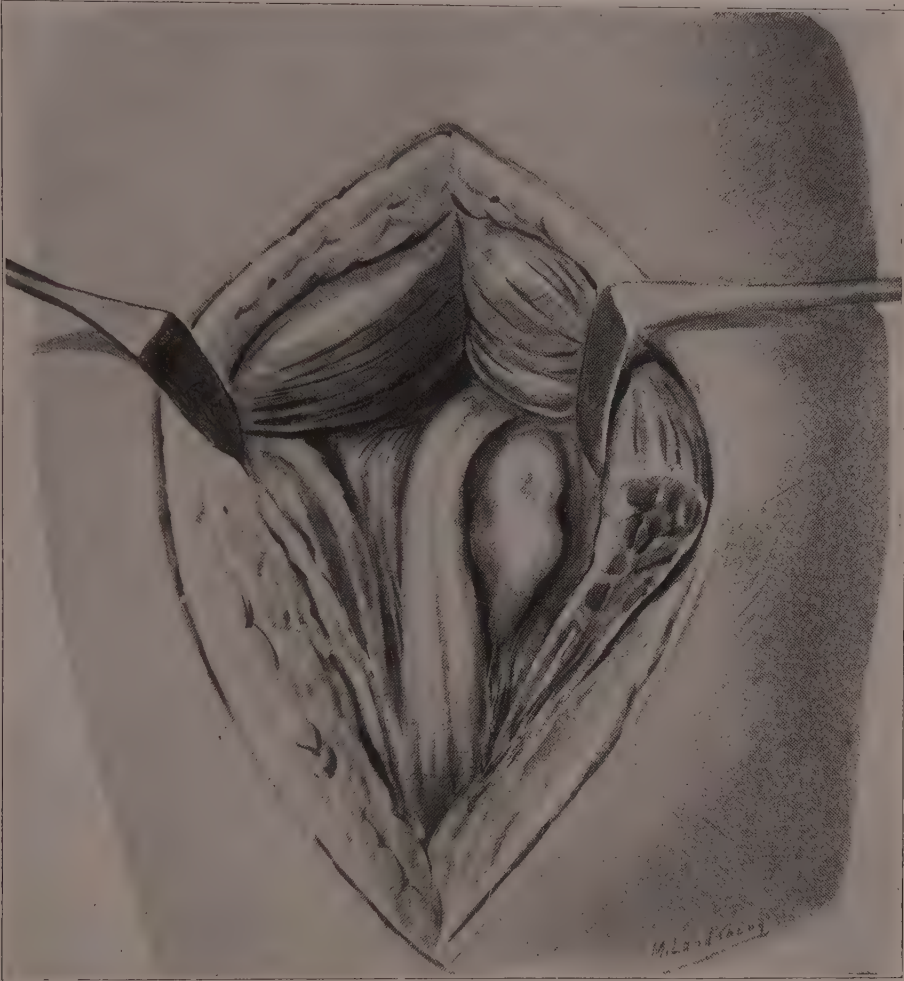


Abb. 283. Nervus ischiadicus auf traumatischer Exostose des Femur ruhend.  
(Eigene Beobachtung.) Aus Bruns Beiträge, Bd. 97.

an seine Umgebung spielt dabei eine Rolle. Deshalb wechselt die Diastase zwischen den Stumpfenden von wenigen Millimetern bis zu Distanzen von 10, 15 cm und noch mehr.

Die Verschiebung der Nervenenden gegeneinander beschränkt sich nicht nur in dem Zustandekommen einer Dislocatio ad longitudinem, es finden vielmehr die Verschiebungen der Enden gegeneinander in allen nur denkbaren Richtungen statt, ad axim, ad latum und ad peripheriam. Rotationen der Enden um ihre Längsachse um 90 und um mehr Grade sind keine Seltenheiten.

Will man in solchen Fällen eine anatomisch exakte Nervennaht ausführen, will man nur einigermaßen die miteinander korrespondierenden Stellen der Stümpfe an-

einandernähen, so kann es nötig werden, die Stumpfen bis weit zu normalen Strecken hin zu verfolgen, um sich ein klares Bild über die Art und den Grad der Verschiebung und der Verdrehung der durchschossenen Enden machen zu können.

An den Stellen, wo die Nervenenden gewissermaßen zur Ruhe gekommen sind, verwachsen die Stümpfe mit ihrer Umgebung; mit der Zeit bilden sich an den Stumpfenden die bekannten kolbigen Anschwellungen: die Stumpfneurome. Gewöhnlich ist das zentrale Neurom stärker als das periphere. Ausnahmsweise bleibt die Neuombildung aus und man trifft dann namentlich am peripheren Stumpfende auf Bilder, in denen das Ende eine mehr zugespitzte Form aufweist oder pinselförmig ausläuft.

Die zurückgewichenen Nervenstümpfe können mit benachbarten Muskel- und Sehnenstümpfen verwachsen; ich habe auch einmal gesehen, daß das zentrale Ende des Ulnaris mit dem peripheren des Medianus verwachsen war. Einige Male waren die durchschossenen Nerven merkwürdigerweise gewissermaßen zusammengeschoben, so daß das eine Ende auf dem anderen ritt.

Außerordentlich kompliziert werden die Bilder durch die Beziehungen der schußverletzten Nerven zu ihren Nachbarorganen. In den Fällen, in denen die Nachbarorgane selbst nicht wesentlich mit verletzt worden waren, finden wir nur leicht trennbare Verwachsungen; bald dünne drehrunde Stränge, bald breitere bindegewebige Membranen, die den in seiner Kontinuität erhaltenen Nerven an seine Umgebung fesseln, die ihn seitlich verziehen, abplatten und einschnüren können.

Mutatis mutandis finden wir die gleichen Bilder und Verhältnisse an den Stumpfenden völlig durchschossener Nerven.

Viel ausgedehnter und schwerer werden die Veränderungen, wenn die Nachbargebilde, Muskeln, Faszien, Gefäße und Knochen selbst durch den Schuß zertrümmert waren.

Wenn die Schußwunden aseptisch verlaufen und heilen, dann halten sich auch die Gewebsveränderungen in geringen Grenzen. War aber die Schußverletzung von einer Infektion gefolgt, waren in den Nachbargeweben Phlegmonen, langdauernde Eiterungen aufgetreten, dann können die Zerstörungen in den infizierten Geweben selbst ganz ungeheure und ihre Wirkung auf die mitverletzten oder unverletzten Nerven höchst deletäre sein.

Die Eiterung pflanzt sich auf das Epineurium externum fort, es entstehen dicke und lange schwartige Scheidennarben, welche durch Kompression die Leitungsfähigkeit des Nerven unterbrechen; die Eiterung kann sich auch auf dem Wege des Epineurium internum in das Innere des Nerven fortpflanzen, zu innerer Narbenbildung und zu einer Zerstörung der Nervensubstanz führen. Einen großen Teil der so häufig anzutreffenden Scheidennarben führt THÖLE überhaupt auf eine chronisch verlaufende, wenig virulente Infektion zurück. Ob allerdings diese Auffassung zutrifft, erscheint mir doch zweifelhaft.

Welche enormen Verwüstungen an den Weichteilen und welche schweren sekundären Veränderungen an den durch sie hindurchziehenden Nerven nach langdauernden Eiterungen entstehen können, habe ich noch ganz zum Schluß des Krieges gesehen. Drei Jahre hindurch hatten in dem betreffenden Falle Eiterungen bestanden, und wiederholte Eingriffe waren nötig gewesen, um ihrer Herr zu werden. Als mir der Verletzte zur Nervennaht überwiesen wurde, fand ich fast die gesamte Muskulatur des Oberarms an der Innenseite in Narbenmassen verwandelt. Die Enden der zerschossenen oder zerstörten Nerven (Medianus und Ulnaris) konnte ich erst in der Achselhöhle und im distalen Viertel des Oberarmes wiederfinden und mußte den Defekt durch Zwischenlagerung eines 18 cm langen, frisch bei einer Amputation gewonnenen Nerven ersetzen. Viel Hoffnung, daß er funktionstüchtig wird, habe ich nicht.

Ganz besonders schwere anatomische Veränderungen habe ich nach Plexusschüssen angetroffen. Die Narbenbildung kann bei Halsschüssen solche Ausdehnung annehmen, daß sie die Plexustränge mit mehreren Millimeter dicken, breiten, narbigen Platten



bedecken; von diesen gehen wieder neue bindegewebige Züge zwischen die Stränge bis zur Wirbelsäule. Dabei können die einzelnen Nervenstränge selbst mehr oder weniger intakt, wenigstens in ihrer Kontinuität erhalten sein, während sie in anderen Fällen ganz oder z. T. zerschossen sind. Man muß die Stränge förmlich aus den Narben herausgraben und findet mit Mühe die an ihren Enden kolbig angeschwollenen Stümpfe. Manchmal sind nur die zentralen Enden auffindbar, während sich die peripheren infolge ihrer Elastizität, z. T. aber auch infolge der Schwere der Schulter, tief bis unter das Schlüsselbein zurückgezogen haben. In den angeschossenen oder durchschossenen Plexussträngen haben wir besonders häufig auch Knochensplitter gefunden.

Sehr mannigfaltige und groteske Bilder sehen wir an Nerven, deren Verletzungsstelle in der Nähe vom Knochen gelegen ist. Durch die unmittelbare Nachbarschaft

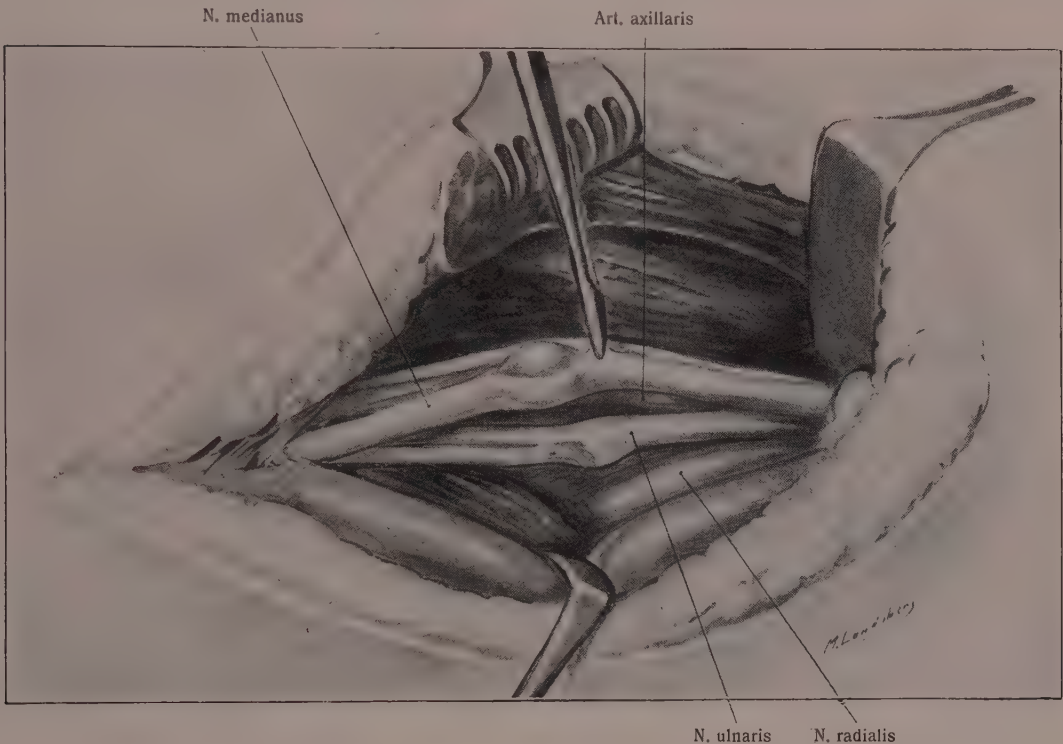


Abb. 284. Kleines Aneurysma der A. axillaris durch den angeschossenen N. medianus gedeckt.  
Eigene Beobachtung.

am Knochen können die Nerven zunächst bei Verletzung der Knochen durch Knochensplitter lädiert werden. Solche Splitterschädigungen kommen vielfach, wie wir eben gesehen haben, am Plexus vor, dann aber auch am Nervus peroneus und ischiadicus und am häufigsten an der Umschlagstelle des Radialis.

Bei gleichzeitiger Verletzung von Nerven und Knochen ist das Zerstörungsbild im wesentlichen von der Schwere der Knochen abhängig.

Manchmal entwickelt sich nach dem Knochenschuß eine einfache glatte Exostose, auf welcher der in seiner Kontinuität erhaltene Nervenstrang reitet; er wird gedehnt, gezerzt, abgeplattet und dadurch in seiner Leitungsfähigkeit beeinträchtigt; in anderen Fällen drängt eine scharfe Knochenzacke gegen ihn an.

Die ganz enormen, namentlich nach eiternden Knochenschüssen auftretenden Kalluswucherungen können den benachbarten Nerven verdrängen oder überbrücken, es kann sich ein langer vielfach gewundener Knochentunnel bilden, durch dessen Öffnung sich der Nerv hindurchzwängen muß, an dessen Wänden er verwachsen, durch

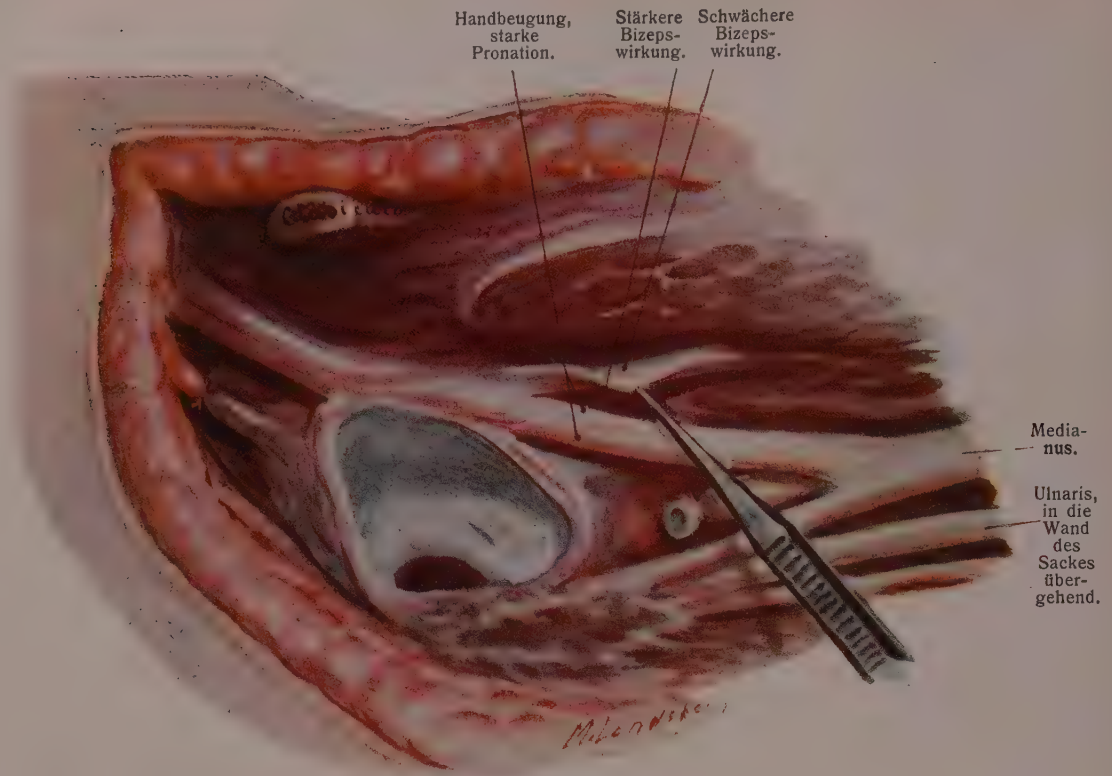


Abb. 285. Aneurysma der A. subclavia mit Plexuslähmung.  
Eigene Beobachtung.

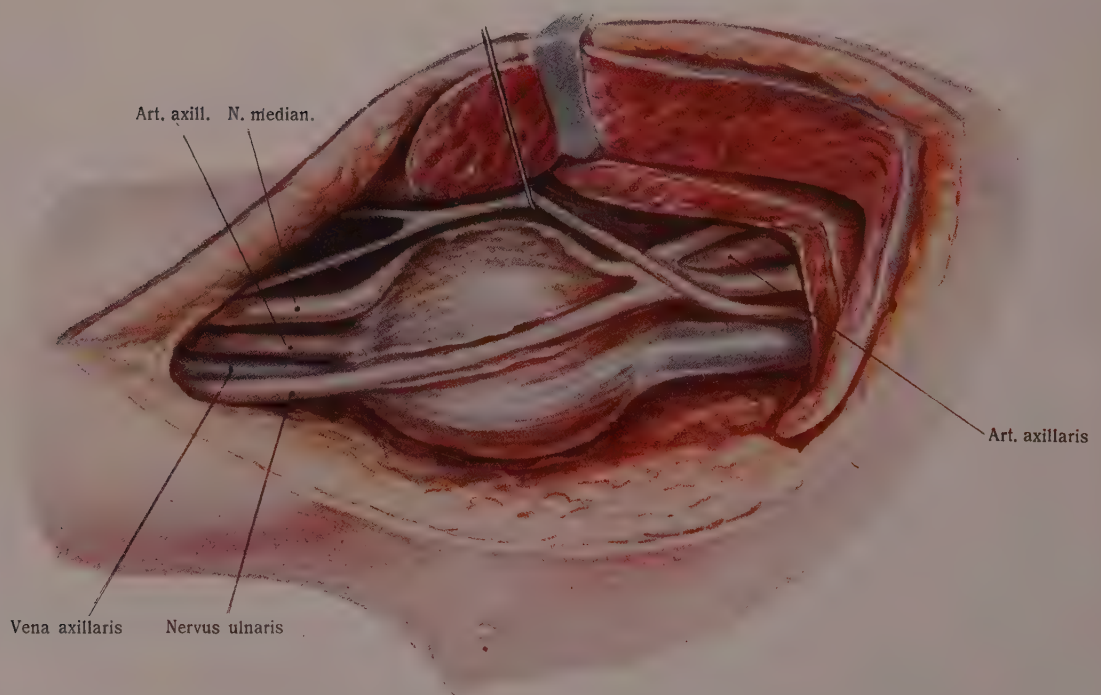


Abb. 286. Großes Aneurysma der A. axillaris; die Nerven des Plexus verlaufen in der Sackwand.  
Eigene Beobachtung.

dessen Vorsprünge er auch sonst noch geschädigt werden kann. Es kommt auch vor, daß das eine Ende des durchschossenen Nerven am Anfang des Knochentunnels, das andere mitten in ihm oder an seinem distalen Ende angewachsen ist.

Die Anforderungen, welche die so veränderte Anatomie an den Nervenchirurgen stellt, können recht beträchtliche sein.

Besonders schwierige und komplizierte Verhältnisse treffen wir auch bei der nicht seltenen Kombination von Gefäß- und Nervenverletzungen an. Sie sind am häufigsten wieder im Bereich des Plexus cervicalis und axillaris. War durch den Schuß ein Loch in einem Gefäß, Arterie oder Vene, entstanden, so kann es wohl durch den anliegenden Nerven verklebt und gedeckt werden. Entwickelte sich ein kleines, wandständiges, buckelförmiges Aneurysma, so kann dieses sekundär druckschädigend auf die ihm anliegenden Nervenstämme wirken. Entsteht ein größeres Hämatom, so kann dieses durch zunehmende Vergrößerung allmählich zu immer stärkerem Druck und zu Kompressionserscheinungen an den benachbarten Nerven führen.

Bei der operativen Freilegung sehen wir deshalb das eine Mal die Nerven nur locker mit Gefäßen verklebt, das andere Mal finden wir, bei Lochschüssen von Gefäßen, festere Verwachsungen zwischen beiden Organen: in einer dritten Gruppe von Fällen verlaufen abgeplattete und verdünnte Nervenstränge mitten durch ein mit Blutkoageln gefülltes Hämatom; in wieder anderen sind sie flächenförmig mit der bereits organisierten Sackwand auf weite Strecken verwachsen und schwer herauszupräparieren und endlich trifft man auf Fälle, in denen Gefäße und Nerven gleichzeitig, d. h. primär, abgeschossen waren (Abb. 284—286).

Wenn die Nervenschädigung sekundär, d. h. nach Verletzung von Nachbargebilden entstand, dann sprechen wir, wie schon wiederholt betont wurde, von sekundären Schädigungen durch Schuß.

Auch bei diesen sekundären Schädigungen können die klinischen Erscheinungen unmittelbar nach dem Schuß auftreten. Z. B. wird das der Fall sein, wenn durch die Gefäßzerreißen eine schwere Blutung entsteht; das sich bildende Hämatom wird sehr bald zu Kompressionserscheinungen Anlaß geben. In anderen Fällen kann eine längere Zeit verstreichen, bis die klinischen Erscheinungen der Kompression und Konstriktion der Funktionsstörung eintreten.

Bis Kalluswucherungen, wachsende Aneurysmen oder fortschreitende Phlegmonen ihre schädigenden Wirkungen auf vorüberziehende Nervenstämme geltend machen, können Wochen und Monate vergehen.

#### Literatur.

- 1) STRACKER, Bruns Beitr. Bd. 116 H. 2. — 2) HOFMEISTER, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96 S. 329. — 3) SPIELMEYER, s. das. — 4) BORCHARDT, Nervenschüsse, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 101 H. 1 u. 3 (Verhandl. d. 2. Kriegschirurgentagung) und Tafelbeilagen 1—26.

## 6. Histologische Befunde an schußverletzten Nerven.

Von Prof. Dr. RICHARD CASSIRER.

Die histologischen Befunde bei den Schußverletzungen stehen in sinngemäßer Beziehung zu den makroskopisch erhobenen Befunden und werden demgemäß andere sein, wenn es sich um eine totale Zerreißen des Nerven, um eine partielle Zerreißen, um eine Durchschießen, um grobe endoneurale, um mehr oder minder schwere perineurale Narbenbildung oder schließlich um eine Zerrung handelt, die makroskopisch kaum oder gar nicht in Erscheinung tritt. Der histologische Befund im peripheren Stück des Nerven distal von der Verletzungsstelle steht in Abhängigkeit von dem Erhaltungszustande der Nervenfibrillen an dieser. Gemäß dem Gesetz der Wallerschen Degeneration verfällt jede von ihrem trophischen Zentrum abgetrennte Nervenfaser einem bestimmten Rückbildungsprozeß. Die Fibrillen verlieren dabei ihre färbbare Substanz, die Markscheiden zerfallen in Zylinder, Schollen, Brocken,



Tropfen, die sich nicht mehr nach der Weigertschen Markscheidenfärbung, sondern nur noch mit den Fettfärbemethoden (Marchische Färbung, Sudanfärbung) färben lassen. Die Abfallprodukte werden von Abraumzellen alsbald aufgenommen und fortgeschafft. Später ordnen sich dann die Schwannschen Zellen der Nervenscheide in Bänderform an. Diese Anordnung wiederholt das Bild des früher vorhandenen Nerven, doch ist im wesentlichen eben nur die Scheide vorhanden, während Nerven-fibrille und Markscheide fehlen. Betrifft diese Unterbrechung der Nervenfasern im Stamm nur einen Teil derselben, so finden sich neben den Degenerationserscheinungen auch normale Fasern im Nervenquerschnitt. Die histologische Untersuchung hat übereinstimmend ergeben, daß es der Nervenarbe an der Schußstelle weder anzusehen noch anzufühlen ist, ob alle in ihr enthaltenen Nervenfasern schwer verletzt sind oder ein mehr oder minder großer Teil dieser Verletzung entgangen ist. Die histologische Untersuchung hat sowohl anderen Autoren wie mir selbst sehr oft gezeigt, daß selbst da, wo ganz feste und dicke Narben in Nerven saßen, und wo auch ein Querschnitt oder Längsschnitt durch die Narbe nur noch Bindegewebe zu ergeben schien, doch noch intakte Nervenfasern vorhanden gewesen sein müssen, da sich solche im peripheren Ende fanden. Es ist eine ganz andere Frage, die hier nicht zur Diskussion steht, ob mit dem Nachweis intakter Fasern im peripheren Abschnitt auch der Beweis einer Funktionsmöglichkeit geliefert wird. Aber die Unsicherheit des makroskopischen Befundes an der Narbe wird damit sichergestellt.

Im zentralen Ende sieht man ebenfalls Zerfallsmaterial derselben Art wie im peripheren, d. h. also namentlich Fibrillenreste und Markscheidentrümmer, die sich zu Fett umgewandelt haben. Diese Degenerationszone ist von wechselnder Breite. Darüber hinaus finden sich auch im zentralen Ende bisweilen aufsteigende Degenerationsvorgänge, aber in außerordentlich viel geringerem Umfange als im peripheren. Diese retrograde Degeneration, die im Gegensatz zur oben geschilderten Wallerschen Degeneration steht, ist in ihren Bedingungen viel weniger sicher erkannt. Nach experimentellen Forschungen darf man vermuten, daß sie dort am ehesten stärker in Erscheinung tritt, wo durch eine starke Zerrung oder sonstige Gewalteinwirkung im Momente der Verletzung das zentrale Ende des verletzten Nerven bzw. sein trophisches im Vorderhorn des Rückenmarks und in der Spinalganglienzelle gelegenes Zentrum mitgeschädigt worden ist. Ich glaube aber kaum, daß für das spätere Schicksal des Nerven und damit für die Funktion seines Gebietes diese Veränderungen eine erhebliche Rolle spielen.

Die hauptsächlich am zentralen Stumpf vorhandene und makroskopisch ja deutlich genug in die Erscheinung tretende Neurombildung, die am peripheren Ende, wenn überhaupt, so doch ausnahmslos sich nur in geringerem Umfang geltend macht, erweist sich mikroskopisch als ein Gewirr von dichtem, derbem Bindegewebe, vielfach vermischt mit entzündlichem Granulationsgewebe, zwischen dem Blutpigment, Zerfallsmaterial der ehemaligen Markscheiden teils in Zellen aufgenommen, teils noch frei im Gewebe liegt. Vielfach fanden sich auch kleinste makroskopisch nicht fühl- oder sichtbare Fremdkörperreste, kleinste Granatsplitter, Knochenteilchen, Tuchfetzchen. Zwischen alle diese Bestandteile drängen sich die vom zentralen Stück her auswachsenden, sehr zahlreichen Nervenfasern hindurch. Ihre Wachstumstendenz findet an dem dicken Narbengewebe eine unübersteigbare Schranke. Sie biegen demgemäß an diesen Stellen um und bilden ein dichtes, wirres Nervenfasergeflecht.

Von fundamentaler Bedeutung für die Frage der operativen Maßnahmen ist die Auffassung über die Regenerationsmöglichkeiten im peripheren Nerven. Lange Zeit haben sich da unversöhnt zwei Auffassungen gegenübergestanden, von denen die eine daran festhielt, daß eine Regeneration nur vom trophischen Zentrum des Nerven her, also von der Vorderhornzelle für den motorischen Nerven, von der Spinalganglienzelle für den sensiblen Nerven in Frage kommt, daß es also nur eine zentrogene Regeneration gäbe, während die andere Richtung eine autogene Regeneration

des peripheren Stumpfes annahm, d. h. eine solche, die von den Gebilden im peripheren Nerven, insbesondere den Schwannschen Zellen, ihren Ursprung nimmt. Die Forschungen der letzten Jahre haben zu dem Resultat geführt, daß letzten Endes weder eine zentrogene noch eine autogene Regeneration allein in Frage kommen kann, sondern daß es zur Wiederherstellung des Nerven und seiner Funktion sowohl der im zentralen wie der im peripheren Stumpf vorhandenen Gewebe und der in ihnen enthaltenen Wachstumstendenzen bedarf. Sicher ist, daß der periphere Stumpf wenigstens bei motorischen und gemischten Nerven für das Auswachsen des durchtrennten Nerven unbedingt erforderlich ist. Dabei ist es noch zweifelhaft, ob die Schwannschen Zellen des zentralen und des peripheren Stumpfes als selbständige Faserbildner wirken, die dabei zur Ausübung ihrer Funktion immer wieder noch eines zentrogenen Reizes bedürfen oder ob diese Zellen nur dem vom Zentrum her auswachsenden Nerven das für seine weitere Entwicklung unbedingt notwendige Material liefern. Man sieht, daß der Unterschied in der Auffassung bei beiden Formulierungen nicht mehr sehr erheblich ist.

In jedem Falle bedarf es nach der nunmehr herrschenden Anschauung offenbar beider Formationen, des zentralen, die den formativen, und des peripheren, die den nutritiven Reiz abgibt, erst das Zusammenwirken beider schafft die Bedingungen für die Möglichkeit einer Regeneration im peripheren Nerven. Es liegt demgemäß auf der Hand, daß die operative Therapie ihr Bestreben dahin richten muß, sowohl für den zentralen wie für den peripheren Stumpf die bestmöglichen Erhaltungs- und Ernährungsbedingungen zu schaffen.

## 7. Indikationsstellung zu Operationen an den Nerven.

Von Prof. Dr. GEORG PERTHES.

Die operative Freilegung des nach Schußverletzung gelähmten Nerven ist angezeigt, wenn Spontanheilung nicht erwartet werden kann. Dieser Satz dürfte nicht anzufechten sein. Leider sind wir nicht in der Lage, die anatomischen Verhältnisse, welche eine Spontanheilung ausschließen, durch die klinische Untersuchung sicher zu diagnostizieren. Eine vollkommene Lähmung mit kompletter Entartungsreaktion im motorischen Anteil kann ebensowohl durch eine Fernschädigung des Nerven ohne jede makroskopisch erkennbare Veränderung wie durch eine völlige Zerreißung bedingt sein. Erst der Verlauf, welcher Funktionswiederkehr bringt oder vermissen läßt, gibt Antwort auf die Frage, ob das eine oder andere vorliegt. Durch die klinische Untersuchung können wir nichts anderes feststellen als eine vollkommene oder eine teilweise Leitungsunterbrechung im Bereich des geschädigten Nervenstammes.

Wenn wir diese beiden Klassen von Fällen gesondert betrachten, so wird die Indikationsstellung zur Operation wesentlich erleichtert. Dabei müssen wir uns darüber klar sein, daß sich erst bei der Freilegung der Nerven feststellen läßt, welche Art von Nervenoperation in Frage kommt. Die folgenden Ausführungen betreffen also ebensowohl die Nervennaht, wie die Neurolyse.

### a) Wann ist die Operation bei völliger Leitungsunterbrechung im Nervenstamme angezeigt?

Die Frage hat drei prinzipiell verschiedene Antworten erfahren.

#### α) Die Frühoperation.

Die Frühoperation will, wenn möglich, sogleich bei der Wundversorgung oder doch wenigstens in den ersten 14 Tagen den gelähmten Nerven freilegen und die Naht ausführen, wenn sich die erwartete Durchtrennung findet. Dies Vorgehen entspricht unserem Standpunkt gegenüber den Schnittverletzungen, die uns aus der Friedenszeit durch vielfältigste Erfahrung bekannt waren<sup>1)</sup>.

Man weiß zwar mit Bestimmtheit, daß die Hoffnung auf eine *prima intentio nervorum* immer enttäuscht wird, daß auch nach einer unter günstigsten Bedingungen ausgeführten Naht die Heilung nicht anders zustande kommen kann als unter Degeneration des peripheren Abschnittes und entsprechend langsamer allmählicher Regeneration. Man weiß auf der andern Seite, daß auch, wenn eine lange Frist seit der Verletzung verflossen ist, eine Nerven-naht noch vollkommenen Erfolg bringen kann. Dennoch zweifelt kein Chirurg daran, daß gegenüber einer frischen Schnittverletzung des Nerven die primäre Nerven-naht das einzig richtige ist. Denn wozu dem Patienten den Zeitverlust einer Wartezeit zumuten, die überdies zu Muskelschwund und Gelenkversteifung führen kann, während doch die Naht sogleich mit Aussicht auf Erfolg ausführbar ist?

Aus zwei Gründen läßt sich die Indikationsstellung von den Schnittverletzungen auf Schußverletzungen nicht übertragen. Während ein Schnitt mit einem Messer oder einer Glasscherbe eine praktisch aseptische Wunde setzt, sind die Schußwunden ja theoretisch immer, praktisch in einem großen Prozentsatz der Fälle infiziert. Die Nerven-naht im infizierten Gebiete muß vermieden werden, trotzdem in einigen Fällen bei wenig virulenter Infektion auch dann noch Heilung beobachtet wurde.

Noch bedeutungsvoller ist der zweite Grund. Daß nach Nervendurchschneidung ohne Operation die Funktion sich wiederherstellt, ist beim Menschen eine außerordentlich seltene Ausnahme<sup>2)</sup>. Die durch Schuß erzeugten Lähmungen dagegen bilden sich sehr häufig spontan mehr oder weniger wieder zurück.

In einer besonderen Arbeit<sup>3)</sup> habe ich darzulegen versucht, unter welchen Bedingungen die Spontanheilung möglich und unter welchen sie ausgeschlossen ist. Es ergab sich folgendes: Auf dem Wege des Schußkanals liegende Nerven erfahren eine Zerreißen oder mindestens eine so starke Quetschung, daß spontane Wiederherstellung unmöglich wird. Um den Schußkanal als Kern liegt aber ein weiteres mantelförmiges Gebiet, in dem Nerven, wie auch andere Gewebe, durch die seitlich vom Geschoß abgegebene lebendige Kraft geschädigt werden, ohne selbst vom Geschoß getroffen zu sein. Diese Fernschädigungen sind es, welche Spontanheilung erfahren können. Da nun diese Mantelzone, auf welche sich die Fernwirkung des Geschosses erstreckt, einen sehr viel größeren Durchmesser hat als der Schußkanal, so ergibt sich die während des Krieges beobachtete große Zahl der spontanen Besserungen und Heilungen als mathematische Notwendigkeit. Denn selbstverständlich werden in das größere Gebiet der Mantelzone sehr viel mehr und sehr viel längere Nervenstrecken hineinfallen müssen als in die Kernzone des Schußkanals.

Alle diese Fälle, in denen sich kein Befund an Nerven erheben läßt, der durch Operation zu bessern wäre, würden nun vergebens operativ angegriffen werden, wenn die Probefreilegung jedes durch Schuß völlig gelähmten Nerven unmittelbar nach der Verwundung ausgeführt wird. Dies muß vermieden bleiben. Trotzdem bleibt es ganz selbstverständlich, daß die primäre Nerven-naht ausgeführt wird, wenn bei der aus anderen Gründen ausgeführten operativen Wundversorgung eine Nervenzerreißen sich findet, es sei denn, daß etwa eine bereits erkennbare schwere Wundinfektion oder die Größe des Defekts die Naht ausgeschlossen erscheinen läßt.

Der Standpunkt der Frühoperation ist besonders von WILMS<sup>4)</sup> vertreten. Auch ENDERLEN<sup>5)</sup> hat wiederholt sofort operiert, zuerst nur gelegentlich der Wundrevision, später auch, wenn ein einfacher Durch- oder Steckschuß bestand. In dem von ihm primär genähten Fall von Radialislähmung erfolgte völlige Restitution des Radialis, trotzdem Eiterung einsetzte und sich Knochensplitter abtoben. Erste Funktion nach 8 Monaten.

Ein von dem Neurologen LIEBERMEISTER 22 Monate nach der Verletzung nachuntersuchter mir persönlich mitgeteilter Fall von primärer Naht des Tibialisanteiles des Ischiadikus (Operateur v. HOFMEISTER) zeigte 1 Jahr nach der Operation die ersten Zeichen von Funktionswiederkehr und zur Zeit der Nachuntersuchung Funktion aller Ischiadikusmuskeln, mit Ausnahme der Muskeln der Zehen. — Ein von mir 10 Monate nach der Operation nachkontrollierter Fall von Radialisabschuß, bei dem die Nerven-naht am Tage nach der Verletzung ausgeführt war, zeigte die ersten Bewegungen nach 6 Monaten und nach 10 Monaten Funktion aller Radialis-muskeln, einschließlich der für den Daumen bestimmten, bei nur partieller Entartungsreaktion.



Doch können aus solchen vereinzelt guten Resultaten keine weitgehenden Schlüsse gezogen werden. Schon sie zeigen aber, daß die von der Regeneration in Anspruch genommene Frist nach einer primären Naht nicht kürzer ist, als nach einer erst mehrere Monate nach der Verwundung ausgeführten.

### β) Die Spätoperation.

Als Spätoperation dürfen wir wohl kurz die Operation bezeichnen, die von manchen Ärzten — es sind ausschließlich Neurologen — zu einem Zeitpunkt gefordert wurde, wenn eine Spontanheilung auf Grund der langen Dauer einer vergeblichen Wartezeit als ausgeschlossen oder wenigstens als sehr unwahrscheinlich gelten kann. Auch dieser Standpunkt muß abgelehnt werden. Denn es ist unmöglich, von ihm aus einen annehmbaren Termin zu bestimmen. Wenn wirklich Spontanheilungen ganz ausgeschlossen sein sollen, so wäre ein Jahr sicher eher zu kurz als zu lang bemessen.

Nach STRACKER<sup>6)</sup> braucht es beim Nervus radialis 5—11 Monate, beim N. ulnaris bis zu 16 Monaten, beim N. peroneus 11—22 Monate, bis durchschnittlich die ersten Zeichen einer spontanen Restitution auftraten.

Unter 46 von mir beobachteten Spontanheilungen waren 3, die 10 Monate nach der Verletzung oder später einsetzten. Wie ich in meiner obenerwähnten Arbeit gezeigt habe, handelt es sich auch bei den Spontanheilungen in einem beträchtlichen Teil der Fälle um Regeneration, die auf eine vorausgegangene Degeneration folgen, und diese Regeneration beansprucht eine lange Zeit, einerlei, ob die Unterbrechung der Faser als makroskopisch wahrnehmbare Durchtrennung, ob sie durch Alkoholeinspritzung, durch Vereisung oder durch die Fernwirkung eines vorbeistreichenden Geschosses zustande gekommen ist. So lange, bis die Aussichten auf Spontanheilung sich dem Nullpunkte nähern, können wir unmöglich abwarten, wenn nicht der Patient schweren Schädigungen ausgesetzt werden soll. Das Bedenken, daß sich in dieser Zeit schwere Muskelatrophien und Gelenkversteifungen ausbilden, ist um so schwerwiegender, als an die Vorperiode zwischen Verwundung und Operation sich noch eine zweite, meistens lange postoperative Wartezeit anschließt, ehe die Regeneration praktisch erkennbar wird und den genannten Gefahren entgegenzuwirken beginnt. Hierzu kamen, wie allbekannt, während des Krieges soziale und praktische Gründe, die dazu drängten, den Lazarettaufenthalt dieser halbgenesenen Schußverletzten möglichst abzukürzen. Die Schädigung, die man der Mehrzahl der Fälle, die einer Operation bedürfen, durch das Hinausschieben zufügt, wäre weit größer als der geringfügige Nutzen, den man den wenigen andern durch Ersparen der Probefreilegung verschafft. Wir haben deshalb während des Krieges in Übereinstimmung mit der Mehrzahl unserer chirurgischen Fachgenossen und zum Schluß auch in Übereinstimmung mit einer großen Zahl von anerkannten Neurologen\*) eine intermediäre Operation für das Richtige gehalten.

### γ) Die intermediäre Operation.

Als geeignetster Zeitpunkt dürfte die Zeit nach vollkommenem Abschluß der Wundheilung, das ist in der Regel nicht vor Beginn des 3. Monats nach der Verletzung, zu bezeichnen sein. Dann aber sollte man operieren, sobald es die äußern Umstände zulassen. Zu diesem Zeitpunkte kann man damit rechnen, in der Regel bei der Operation aseptische Verhältnisse zu finden.\*\*)

\*) Die Autoren sind in dem Sammelreferat von GEINITZ, Die Nervenschüsse, Erg. d. Chir. u. Orth. Bd. 12 S. 421, genannt und ihre Ansichten kritisch wiedergegeben.

\*\*) Ein gewisser Prozentsatz der Fälle weist allerdings auch dann noch „ruhende Infektion“, Granulationsherde und kleine Fremdkörper usw. auf, doch kann man dies Bedenken der ruhenden Infektion auch bei langem Zuwarten nicht völlig ausschalten. Die dadurch bedingten Störungen der Wundheilung waren selten und hatten einen harmlosen Verlauf, so daß man diesem Gesichtspunkte bei der Indikationsstellung entscheidendes Gewicht nicht beizulegen braucht.

Auch der zweite der Gründe, die gegen die Frühoperation im engeren Sinne sprechen, die Rücksicht auf die Möglichkeit der spontanen Heilung, hat dann schon seine Bedeutung im wesentlichen verloren. Wenigstens haben die Fälle, bei denen eine leichte Nervenschädigung ohne Degeneration der Fasern zustande gekommen war — und diese bilden gegenüber der zweiten mit Degeneration der Fasern einhergehenden Gruppe weitaus die Mehrzahl unter allen zu spontaner Heilung kommenden Fällen — dann schon die beginnende Funktionswiederkehr deutlich erkennen lassen. Bei den Fällen, die nach solider Vernarbung der Wunden noch eine vollkommene Lähmung des betreffenden Nervengebietes aufweisen, findet man allermeistens eine völlige Kontinuitätsunterbrechung des Nervenstammes oder eine die Querschnittsläsion unterhaltende Narbe, die je nach Ausfall der Prüfung mit den im Abschnitt Nerven-naht dargelegten Hilfsmitteln entweder reseziert wird oder zur perineuralen oder endoneuralen Neurolyse Anlaß gibt. Daß man 3 Monate nach der Verwundung und später bei vollständiger Leitungsunterbrechung einen gelähmten Nerven ganz ohne makroskopischen, durch Operation zu bessernden Befund findet, ist eine seltene Ausnahme. Auch dann aber wird die Probefreilegung den weiteren Verlauf wenigstens nicht ungünstig beeinflussen.

Trotzdem wir diesen Anschauungen entsprechend bei den Fällen mit völliger Leitungsunterbrechung immer angestrebt haben, die Operation auszuführen, sobald die Rücksicht auf die Asepsis es gestattete, so führten doch die äußeren Umstände dazu, daß sich der Termin oft etwas weiter hinausschob, und daß die von der Mehrzahl der Neurologen geforderte Wartezeit von 3—5, ja 6 Monaten tatsächlich eingehalten worden ist. So ist wohl allgemein die Praxis in dieser Frage nicht so gegensätzlich, als es nach dem Widerstreit der Meinungen in den ersten Kriegsjahren erscheinen mußte. Auf die Rolle, welche die Erfolgsstatistik bei der Beurteilung dieser Frage des Zeitpunktes der Operation spielt, kommen wir in dem Abschnitt „Funktionswiederkehr nach der Nerven-naht“ zurück.

#### b) Wann ist Operation bei unvollständiger Leitungsunterbrechung des Nervenstammes angezeigt?

Ob es sich bei klinisch festgestellter teilweiser Leitungsunterbrechung um eine irreparable, aber nicht den ganzen Querschnitt betreffende Kontinuitätsunterbrechung, etwa eine teilweise Zerreißen oder um eine Schädigung handelt, von der bei im Gang befindlicher Funktionsrückkehr noch ein gewisser Teil übriggeblieben ist, ob also die Indikation zur Operation gegeben ist oder nicht, das kann nur die Beobachtung des Verlaufes entscheiden. Es wird also der Patient etwa 6—8 Wochen beobachtet werden müssen, wenn nicht so zuverlässige frühere Untersuchungsergebnisse von anderer Seite vorliegen, daß der Vergleich mit dem letzten Befund an sich schon ausschlaggebend ist. Tritt in dieser Frist von 6—8 Wochen keine Besserung ein, so dürfen wir eine teilweise Durchtrennung von Nervenkabeln oder eine Schädigung durch Narbenbildung erwarten. Wir müssen dringend die Operation auch bei diesen weniger schweren und weniger eindeutigen Symptomen empfehlen; denn gerade in dieser Gruppe finden wir die dankbarsten Objekte für operative Behandlung, nämlich die für die Neurolyse geeigneten Fälle, die nach Auslösung oft sehr schnell gebessert und geheilt werden, während beim Bestehenbleiben der Narbeneinschnürung sich die Aussichten der Operation mehr und mehr verschlechtern. Auch wenn nach anfänglicher Besserung ein Stillstand von einigen Wochen beobachtet ist, entschließen wir uns zur Operation, denn dann ist anzunehmen, daß der Anteil der Schädigung, welcher spontaner Besserung zugänglich ist, seinen Ausgleich gefunden hat, daß die Möglichkeit der Besserung erschöpft ist und nur noch ein spontan nicht reparabler Rest der Schädigung besteht, welcher operative Behandlung erheischt.

## c) Operation bei Nervenschußschmerz.

Schwere Schmerzzustände, welche nicht operativer Behandlung trotzen, geben an sich eine Indikation zur Operation, also selbst dann, wenn gleichzeitig bestehende Lähmungen spontan zurückgehen sollten. Die sonst gültigen Kontraindikationen kommen für diese Fälle nicht in Betracht.

## d) Kontraindikationen.

Abgesehen von den Fällen mit Wundinfektion müssen von der Operation alle Fälle ausgeschlossen werden, in denen mit Rücksicht auf Kontrakturen, Gelenkversteifungen und hochgradige Muskelatrophären von einer Nervennaht ein Erfolg nicht mehr erwartet werden kann. Die Nervennaht würde selbst dann, wenn sie zu einer Regeneration führt und vielleicht ganz schwächliche aktive Bewegungen in den gelähmten Muskeln wieder möglich macht, doch keinen praktischen Erfolg haben, und es ist dem Verletzten besser, wenn er die ihm verbliebenen Funktionen möglichst bei der Arbeit übt, als wenn er eine lange und praktisch nutzlose Lazarettbehandlung durchzumachen hat.

Eine lange Frist, die seit der Verwundung verflissen ist, bietet an sich keine Gegenanzeige. Nach OBERNDÖRFER (Zentralbl. f. d. Grenzgeb., B. 11, S. 383) sollen erfolgreiche Nervennähte von TILLAUX, 14 Jahre, und CERVERA, 11 Jahre nach der Verletzung ausgeführt sein. SPIELMEYER<sup>7)</sup> beobachtete, daß nach einer Naht des Peroneus, die erst 2 Jahre nach der Schußverletzung ausgeführt wurde, 1 Jahr später sich ein großer Teil der Peroneusmuskulatur wiederhergestellt hatte. STOFFEL<sup>8)</sup> machte drei ganz analoge Beobachtungen. Es entspricht das meiner eigenen Feststellung<sup>9)</sup>, daß ein Muskel nach Durchtrennung des zugehörigen Nerven erst sehr langsam der degenerativen Atrophie verfällt und wenigstens 1½ Jahre danach seine faradische Erregbarkeit bei direkter Reizung des freigelegten Muskels noch nicht verloren hat.

Die Gründe, die oben für eine nach Abschluß der Wundheilung möglichst frühe Operation angeführt sind, verlieren dadurch natürlich nichts von ihrer Bedeutung.

## e) Indikation zur Sehnenoperation.

Wenn eine spontane Heilung ausgeschlossen und eine erfolgreiche Nervenoperation unmöglich ist, so kommt in bestimmten Fällen eine Operation an den Sehnen in Betracht, wenigstens ist für die Radialislähmung festgestellt, daß man durch Sehnenoperation<sup>10)</sup> dem Beschädigten besser helfen kann als mit einer Radialisschiene, die er dauernd zu tragen hätte.

Wir halten die Sehnenoperation bei der Radialislähmung in folgenden Fällen für angezeigt:

1. Wenn die Nervennaht bei der Freilegung des Nerven sich als undurchführbar erweist, und die Verhältnisse für eine Resektion des Humerus zur Erzwingung der Nervennaht ungünstig sind.

2. Wenn die Nervennaht auch ohnedies als aussichtslos betrachtet werden muß. Das ist der Fall, wenn in der Gegend des Radialis am Oberarm ausgedehnte flächenhafte Narben am Knochen adhärent sind oder alte den Heilungsversuchen trotzende Fisteln aseptisches Operieren am Nerven ausschließen.

3. Wenn eine Nervennaht oder Neurolyse ausgeführt, aber mindestens 2 Jahre erfolglos geblieben ist. Die Begrenzung dieser Wartezeit auf 1 Jahr, die ich früher für richtig hielt, kann nicht mehr aufrechterhalten werden, nachdem die Erfahrung gelehrt hat, daß Funktionswiederkehr nach Radialisnaht gar nicht selten erst später als 1 Jahr nach der Operation erfolgt. Nun hat allerdings SUDECK<sup>11)</sup> gezeigt, daß die Regeneration selbst noch 3¾ Jahre nach der Operation ihre ersten Besserungssym-



ptome hervorbringen kann. Trotzdem wird man mit HOHMANN und STOFFEL die Wartezeit von 2 Jahren vorläufig für richtig halten dürfen, da, soweit wir wissen, Fälle von Funktionswiederkehr im Radialisgebiet nach über 2 Jahren doch sehr selten sind.

Für die Fälle, in denen die Möglichkeit eines Erfolges einer früher ausgeführten Nervennaht noch gegeben ist, die Verhältnisse aber ein Zuwarten von 2 Jahren nicht als wünschenswert erscheinen lassen, hat SUDECK eine zweckmäßige „kleine Sehnenplastik“ angegeben, die zwar nicht ganz das gleiche leistet wie das von mir ausgearbeitete Verfahren, dafür aber in dem Falle, daß der Nerv sich erholt, nichts verdorben hat. Sie macht das Tragen einer Radialisschiene entbehrlich.

#### f) Indikation zur Wiederholung einer Nervenoperation.

Die Tatsache, daß nach Nervennaht und auch nach Neurolyse noch spät Funktionsrückkehr vorkommen kann, spricht entschieden dafür, beim Ausbleiben des Erfolges nicht zu früh zum zweiten Male am Nerven einzugreifen, vorausgesetzt, daß die erste Operation sicher exakt ausgeführt ist und nicht bestimmte Gründe vorliegen, die darauf hindeuten, daß Dehiszenz einer Nervennaht eingetreten ist. Wir werden also nach dem Gesagten 2 Jahre verstreichen lassen müssen, ehe wir uns zur Wiederholung einer Nervennaht entschließen, oder einer erfolglos gebliebenen Neurolyse die sekundäre Resektion und Naht folgen lassen.

#### Literatur (abgeschlossen September 1920).

- 1) OBERNDÖRFFER, Die Nervennaht. Kritisches Referat über die Literatur der Jahre 1896/1907. Zbl. f. d. Grenzgeb. d. inneren Med. u. Chir. 1908 Bd. 11 S. 307.
- 2) — s. das. S. 312.
- 3) PERTHES, Über die Spontanheilung von Nervenschußverletzungen. M. Med. W. 1919 Nr. 43 S. 1219.
- 4) WILMS, Zur Frühoperation, Mechanik der Nervenverletzungen und Technik der Naht. D. Med. W. 1915 Nr. 48 und M. Med. W. 1916 S. 537.
- 5) ENDERLEN, Ein Beitrag zur Nervennaht. D. Med. W. 1917 S. 1385.
- 6) STRACKER, Histologische Struktur ausgeschnittener Narben peripherer Nerven. Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1917 Bd. 29 S. 657.
- 7) SPIELMEYER, Erfolge der Nervennaht. M. Med. W. 1918 S. 1039.
- 8) STOFFEL, Anwendungsgebiet und Leistungsfähigkeit der Nervenoperationen und Sehnenüberpflanzungen nach Kriegsverletzungen der Nerven. M. Med. W. 1919 S. 257.
- 9) PERTHES, Über das elektrische Verhalten von Muskeln nach Durchtrennung des zugehörigen Nerven. M. Med. W. 1919 S. 1016.
- 10) — Über Sehnenoperationen bei irreparabler Radialislähmung. Beitr. z. klin. Chir. 1918 Bd. 113 S. 289; hier die ältere Literatur. Eine sehr lebhaft diskutierte Diskussion über die Sehnenoperation bei Radialislähmung hat weiterhin im Zbl. f. Chir. 1918, 1919 und 1920 stattgefunden. Neueste Literaturzusammenstellung bei STAHNKE, Irreparable Radialislähmung. Arch. f. orth. u. Unfallchir. Bd. 17 S. 683.
- 11) SUDECK, Zur Sehnen transplantation bei der Radialislähmung. D. Med. W. 1919 S. 1009.

## 8. Chirurgisch-anatomische Bemerkungen.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT.

Mit 23 Abbildungen im Text.

### a) Plexusverletzungen.

Wer mit Aussicht auf Erfolg an Kriegsverletzten Nervenoperationen vornehmen will, der muß über gute anatomische Kenntnisse verfügen.

Die topographischen Verhältnisse sind nach den schweren Schußverletzungen gegen die Norm häufig so verändert und kompliziert, daß es selbst für einen anatomisch und chirurgisch gut vorgebildeten Operateur schwer sein kann, sich in dem Chaos zurechtzufinden. Daß Nerven von anderer Seite tatsächlich vielfach verwechselt worden sind, habe ich wiederholt gesehen. Deshalb warnen wir, ebenso wie HEILE und THÖLE, vor kleinen Schnitten. Im Bereiche der Schußnarben findet man manchmal

die Nervenstümpfe überhaupt nicht; dann wird es nötig, sie innerhalb ihrer normalen Umgebung aufzusuchen, d. h. den ursprünglichen Schnitt zu verlängern. Die großen Schnitte geben nicht nur bessere Übersicht, sondern sie gestatten, schonender als die kleinen, alle übrigen Manipulationen vorzunehmen.

Unsere operativen Eingriffe dürfen vor allem dem an und für sich schon Schwerverletzten keinesfalls neue Schäden hinzufügen. Gegen diese fast selbstverständliche Auffassung ist meiner Erfahrung nach aber häufiger gefehlt worden, als es entschuldbar ist. Ich habe Fälle gesehen, in welchen der Schuß die Leitung nur eines Nerven unterbrochen hatte, während postoperativ zwei und mehrere Nerven ihre Funktion eingebüßt hatten. Es sind mir andere Fälle begegnet, in denen durch die Operation so schwere Muskelnarben und sekundäre Kontrakturen an den Gliedern aufgetreten sind, daß schließlich die Schädigungen nach der Operation größer waren als die durch die Kriegsverletzungen hervorgerufenen.

Wenn einige Autoren, wie z. B. DRÜNER und HEILE eine Durchschneidung von Muskeln für ziemlich bedeutungslos halten, so hat diese Auffassung nur unter der Voraussetzung einer guten, schonenden Technik, über welche die genannten Autoren verfügen, und einer exakten Naht, die eine *prima reunio* verbürgt, ihre Berechtigung. Bleibt aber die Primärheilung aus, tritt eine Eiterung ein, dann sind ausgedehnte schädliche Narbenbildungen und Schrumpfungsvorgänge unausbleiblich. Mit der Infektionsmöglichkeit müssen wir bei den Operationen am schußverletzten Nerven bekanntlich lange Zeit hindurch rechnen. Auch wenn erfahrungsgemäß die Nervenoperationen meist glatt verlaufen, so soll man alle Eingriffe doch so gestalten, daß den Patienten auch bei eintretender Eiterung möglichst geringer Schaden erwächst.

Die ausgiebigen Schnitte, die wir häufig zur Versorgung der schußverletzten Nerven ausführen müssen, bringen weiter, wie erwähnt, die Gefahr mit sich, daß wichtige vom Hauptstamm sich abzweigende Muskeläste infolge ungenügender anatomischer Kenntnisse oder durch unvorsichtiges Präparieren zerrissen werden; wir müssen bei unseren operativen Eingriffen ängstlich darauf bedacht sein, alle wichtigen Nervenäste zu schonen.

Der Operateur muß deshalb die gefährlichen Stellen, d. h. die Strecken eines Nervenstammes besonders gut kennen, auf denen sich die wichtigsten Nervenbahnen absplittern.

Im Rahmen dieser Arbeit ist es unmöglich, eine genaue topographische Anatomie der gesamten Nerven des Körpers zu geben, die je durch einen Schuß verletzt sind. Es kann nur unsere Aufgabe sein, für die häufigsten und wichtigsten Verletzungen chirurgisch-anatomische Daten zusammenzustellen, um dadurch die Arbeit des Kriegschirurgen etwas zu erleichtern; auf die häufigsten ihm begegnenden Schwierigkeiten wollen wir aufmerksam machen, die in den üblichen anatomischen Lehrbüchern naturgemäß nicht entsprechend dargestellt sind. Meine Angaben stützen sich auf eigene, zumeist mit WJASMENSKI ausgeführte Untersuchungen. Im übrigen schließe ich mich der eindringlichen Empfehlung DRÜNERS an, sich, wenn möglich, stets vor den Operationen noch einmal durch anatomische Untersuchungen Klarheit zu schaffen, um der Forderung *nihil nocere* auch wirklich gerecht werden zu können.

Zu den schwierigsten und kompliziertesten Nervenoperationen gehören unzweifelhaft die am **Plexus supra- und infraclavicularis**. Erfahrung und Übung für diese Operationen fehlte den Friedenschirurgen wohl fast allgemein.

Die Zerstörungen, welche wir gerade am Plexus angetroffen haben, sind z. T. ganz außerordentliche und erschweren die an und für sich schon nicht leichte Orientierung ganz ungeheuer. Bis auf die Wirbelsäule hin können die Weichteile des Halses in dicke, manchmal knorpelharte Narbenmassen umgewandelt sein, in denen Muskeln, Gefäße und Nerven nicht zu differenzieren sind. Wo die Kontinuität der Plexusstränge erhalten blieb, da ist die Auffindung derselben noch verhältnismäßig leicht, wenngleich ich auch Fälle operiert habe, in welchen Narbenstränge und Plexusstränge auf weite Strecken nicht zu unterscheiden waren. Weit schwerer noch kann die Arbeit werden,

wenn die Stränge vollkommen durchrissen waren. An den peripheren Stümpfen zerrt die Schwere des Schultergürtels, so daß die Diastase zwischen den Enden sehr erheblich werden kann. Selbst bei hoch am Halse gelegenen Schüssen kann es vorkommen, daß das periphere Ende weit hinter das Schlüsselbein zurückfedert und dort verwächst.

Der Operateur sieht sich deshalb nicht selten veranlaßt, recht große Schnitte ausführen zu müssen, um die tief herabgesunkenen Stränge wieder hervorholen zu können.

Der Aufbau des Plexus ist nun an und für sich schon ziemlich kompliziert. Die Verhältnisse werden aber für den Chirurgen noch besonders ungünstig infolge der durch den Schuß bedingten anatomischen Veränderungen, dann aber auch durch die Tat-

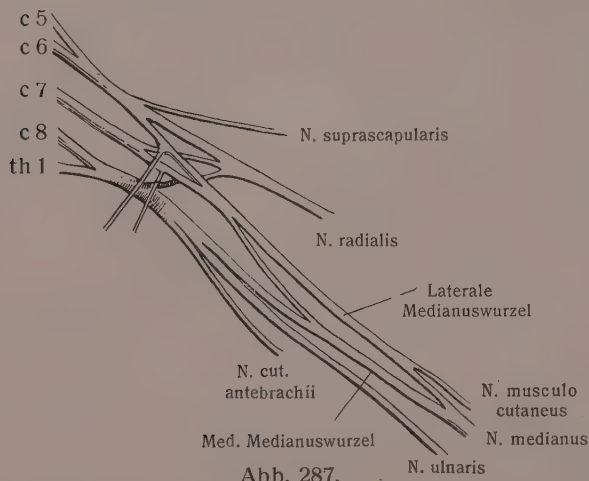


Abb. 287.

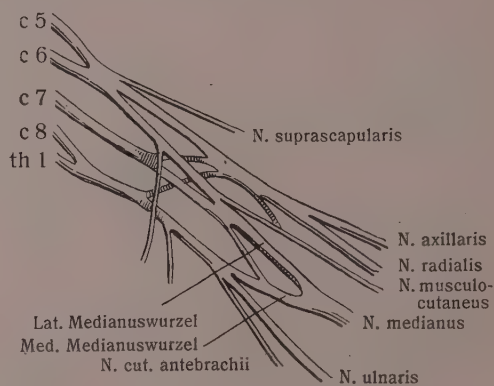


Abb. 288.

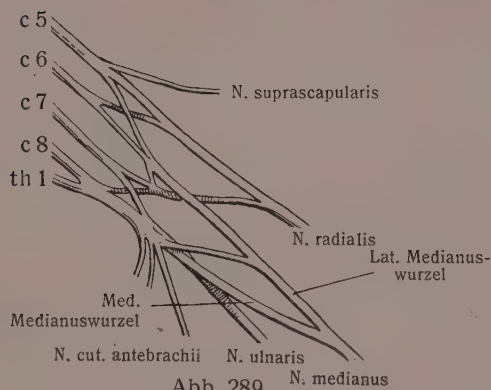


Abb. 289.

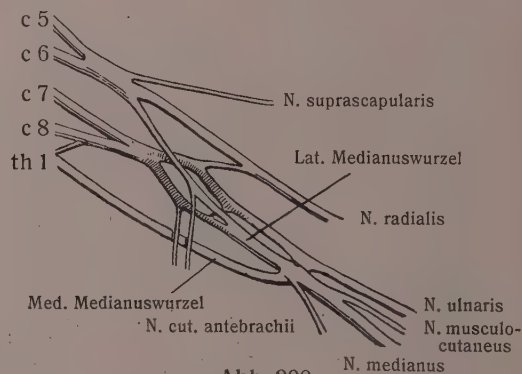


Abb. 290.

Abb. 287—290. Variationen im Aufbau des Plexus.

Aus Bruns Beiträge, Bd. 101.

sache, daß Varietäten im Plexusbau schon normalerweise (Abb. 287—291) vorkommen, auf die ich schon früher hingewiesen habe.

Nach unseren Untersuchungen ist der häufigste Typ des Plexusaufbaues der folgende:

Wenn man in der Verlaufsrichtung der großen Gefäße und der Plexusstränge einen Schnitt am Halse, etwa in Höhe des Pomum Adami beginnend, über die Klavikula nach abwärts bis in die Achselgegend hin anlegt, so sieht man zu oberst zwischen Scalenus anticus und medius die 5. und 6. Zervikalwurzel als einen gemeinsamen Strang zum Vorschein kommen. Zur 7. Wurzel gelangt man, wenn man C. 5 und C. 6 nach hinten, den Skalenus dagegen nach vorne zieht. Noch weiter in der Tiefe und medialwärts kommen dann C. 8 und Th. 1 zum Vorschein.

Bei weiterer Präparation sieht man aus C. 5 und C. 6 hervorgehen: den Supraskapularis, einen Ast zum Radialis und einen zur lateralen Medianuswurzel. Der Supraskapularis verläuft nach rückwärts, am weitesten nach vorn läuft der Ast zur lateralen Medianuswurzel und in der Mitte liegt der Ast zum Radialis.



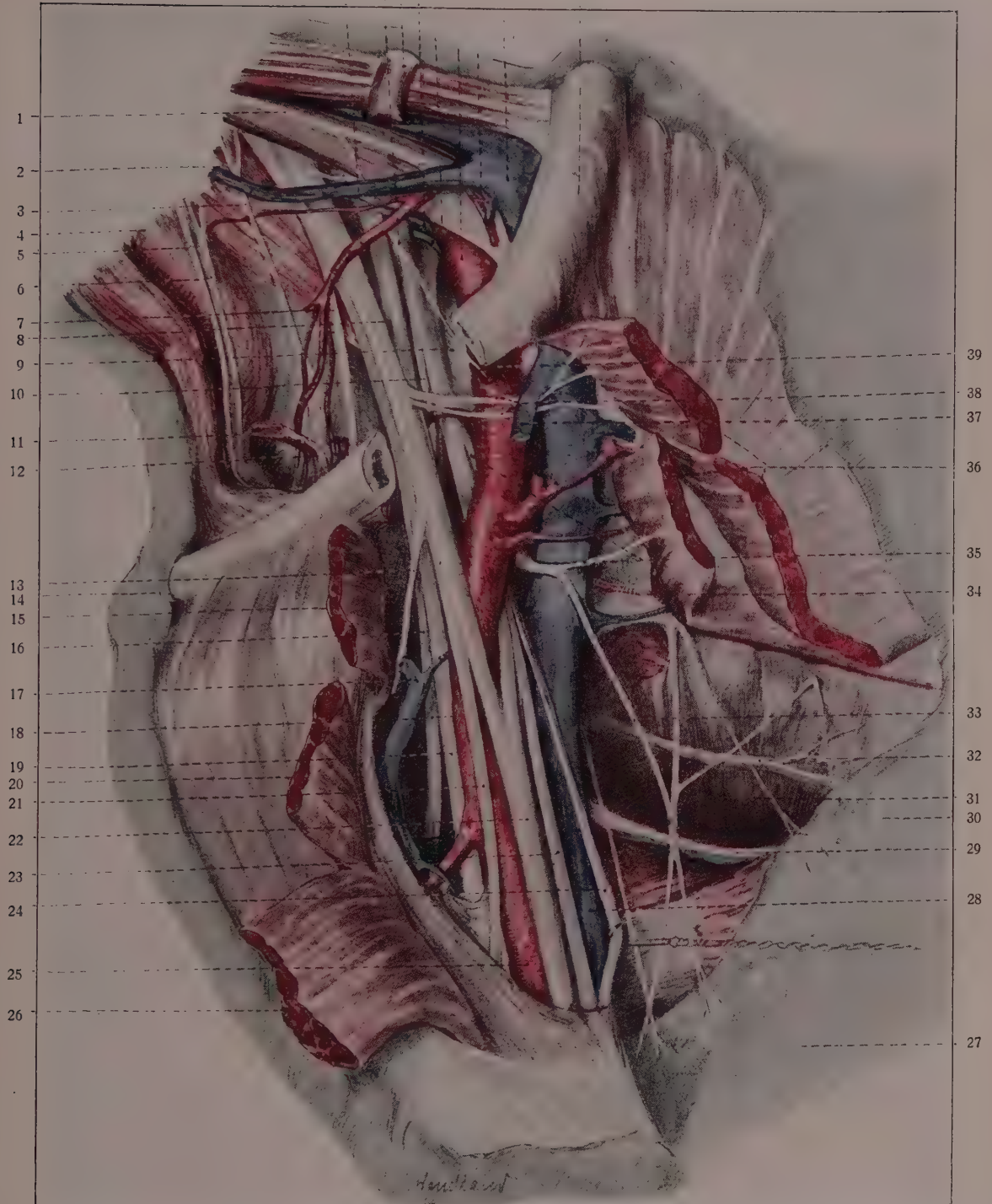


Abb. 291. Übersichtsbild über den normalen Plexus nach eigenem Präparat. (Aus: Bruns Beiträge, Bd. 101.)

- |                                |   |                                     |                                |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1. N. phrenicus.               | 14. M. trapezius.   | 25. A. brachialis.                  | 36. pect. maj.                 |
| 2. M. scal. ant.               | 15. pect. min.  | 26. pect. maj.                      | 37. V. cephalica.              |
| 3. Ram. muscul. lev. scap.     | 16. N. axillaris.   | 27. M. lat. dorsi.                  | 38. Nn. thoracales ant.        |
| 4. M. scal. med.               | 17. V. cephalica.   | 28. V. axillaris.                   | 39. M. subclavius.             |
| 5. N. accessorius.             | 18. A. axillaris.   | 29. N. thoraco-dorsalis.            | 40. Klavikula.                 |
| 6. Ram. muscul. trapezii.      | 19. N. radialis.  | 30. Haut.                           | 41. V. subclavia.              |
| 7. N. suprascapularis.         | 20. M. deltoideus.  | 31. M. serrat. ant.                 | 42. A. V. transversa scapulae. |
| 8. Pars N. radialis (e. C 7).  | 21. N. musculocutaneus.   | 32. N. thoracalis longus.           | 43. A. subclavia.              |
| 9. Costa I.                    | 22. N. medianus.  | 33. N. cutaneus brachii medialis.   | 44. V. cervicalis profunda.    |
| 10. Pars N. radialis (e. C 8). | 23. N. ulnaris.   | 34. pect. min.                      | 45. V. vertebralis.            |
| 11. M. omohyoideus.            | 24. N. cutaneus antebrachii medialis, vereinigt sich mit N. intercostobrachialis. | 35. N. thoracal. ant. (Ram. prof.). | 46. M. omohyoideus.            |
| 12. A. V. transversa scapulae. |   |                                     | 47. N. subclavius.             |
| 13. N. dorsalis scapulae.      |   |                                     | 48. A. transversa colli.       |

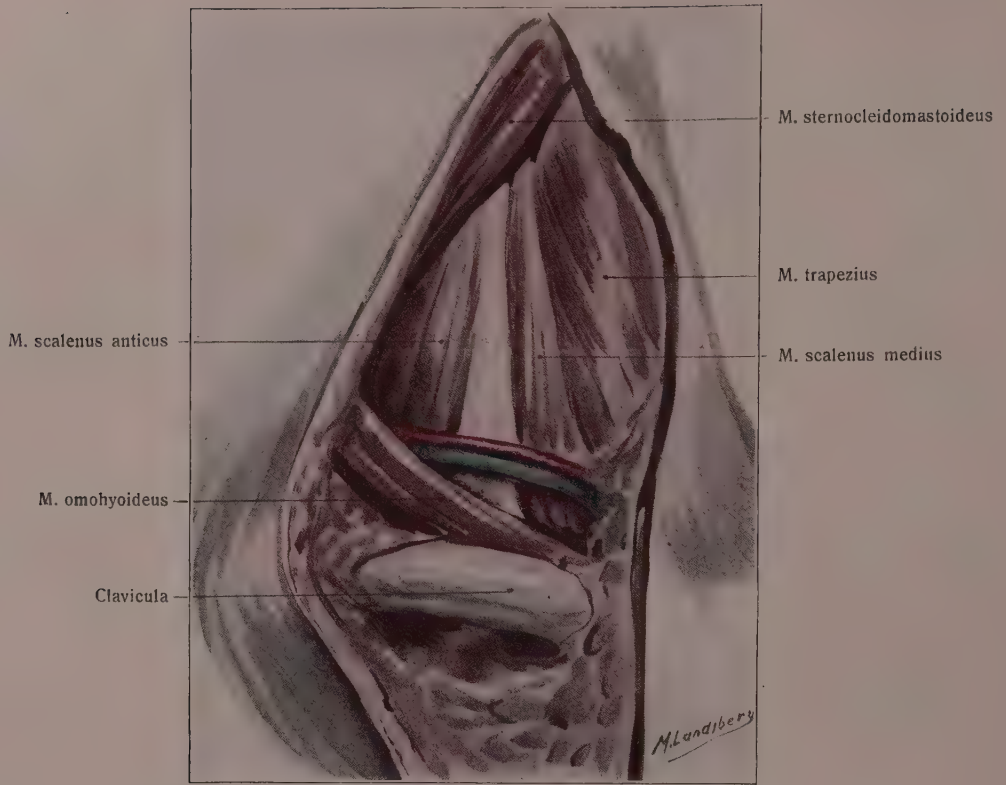


Abb. 292. Die Freilegung des normalen Plexus. 1. Akt.  
(Aus Bruns Beiträge, Bd. 101.)

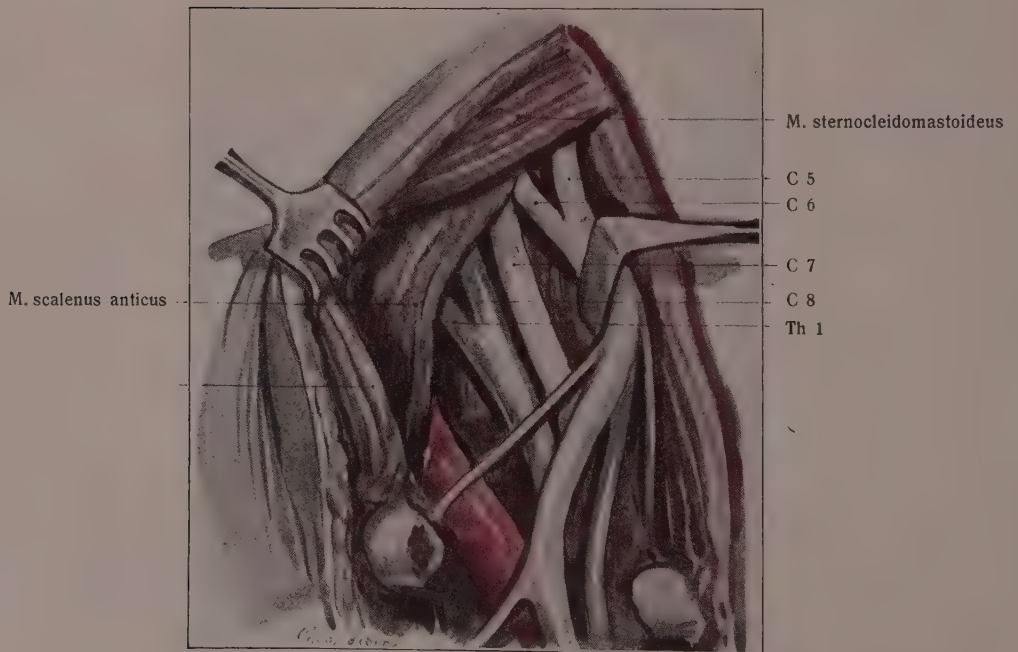


Abb. 293. Die Freilegung des normalen Plexus. 2. Akt.  
(Aus Bruns Beiträge, Bd. 101.)



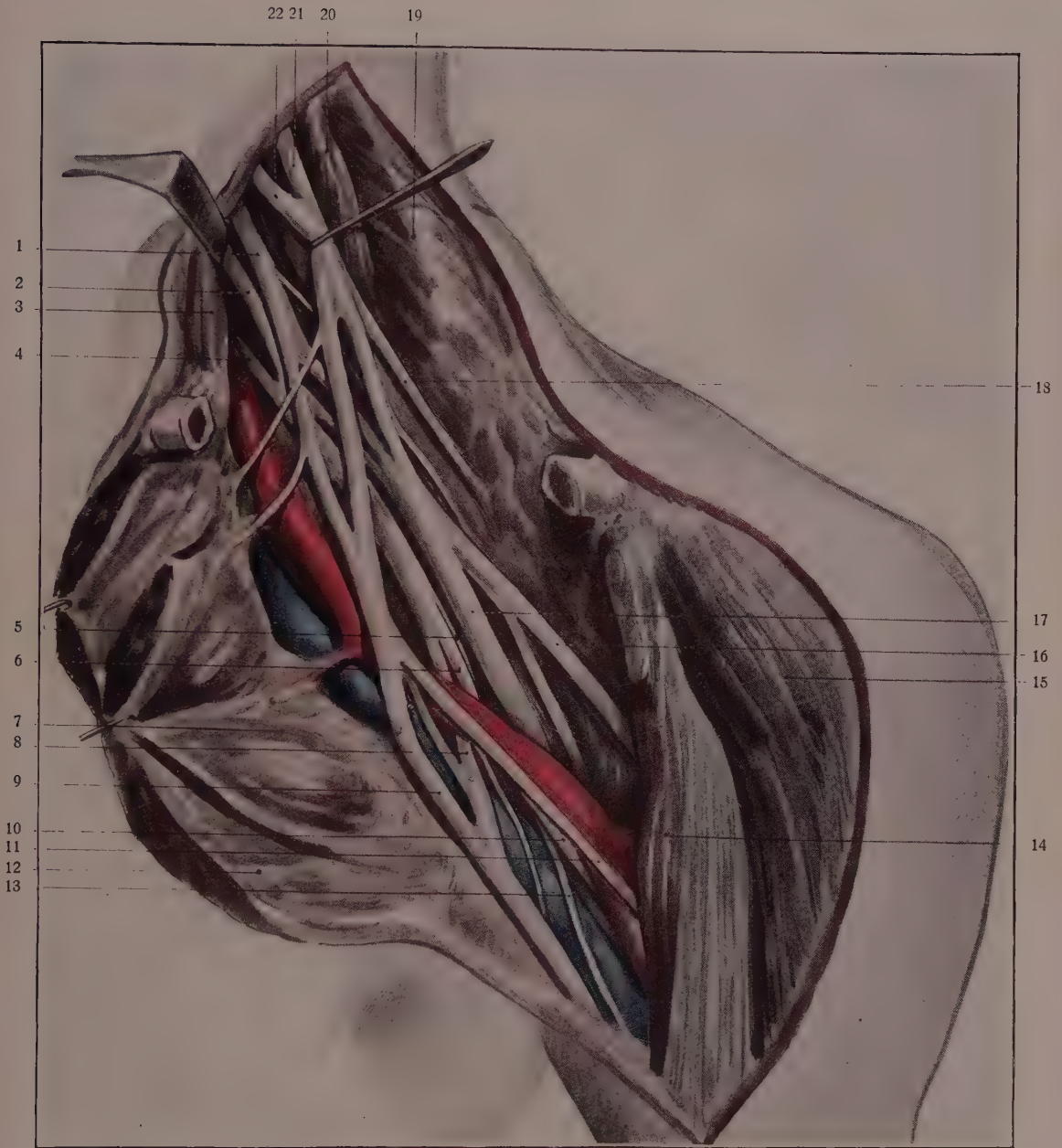


Abb. 294. Die Freilegung des normalen Plexus.

(Aus Bruns Beiträge, Bd. 101.)

1. C 7.
2. C 8.
3. M. scalenus anticus.
4. Th 1.
5. N. cut. antebrachii.
6. N. ulnaris.
7. M. pectoralis minor.

8. mediale Med.-Wurzel.
9. laterale Med.-Wurzel.
10. N. ulnaris
11. Musculocutaneus.
12. M. pectoralis major.
13. N. cut. antebrachii.
14. M. coracobrachialis.

15. M. deltoideus.
16. N. axillaris.
17. N. radialis.
18. N. suprascapularis.
19. M. trapezius.
20. M. scalenus medius.
21. C 5.
22. C 6.



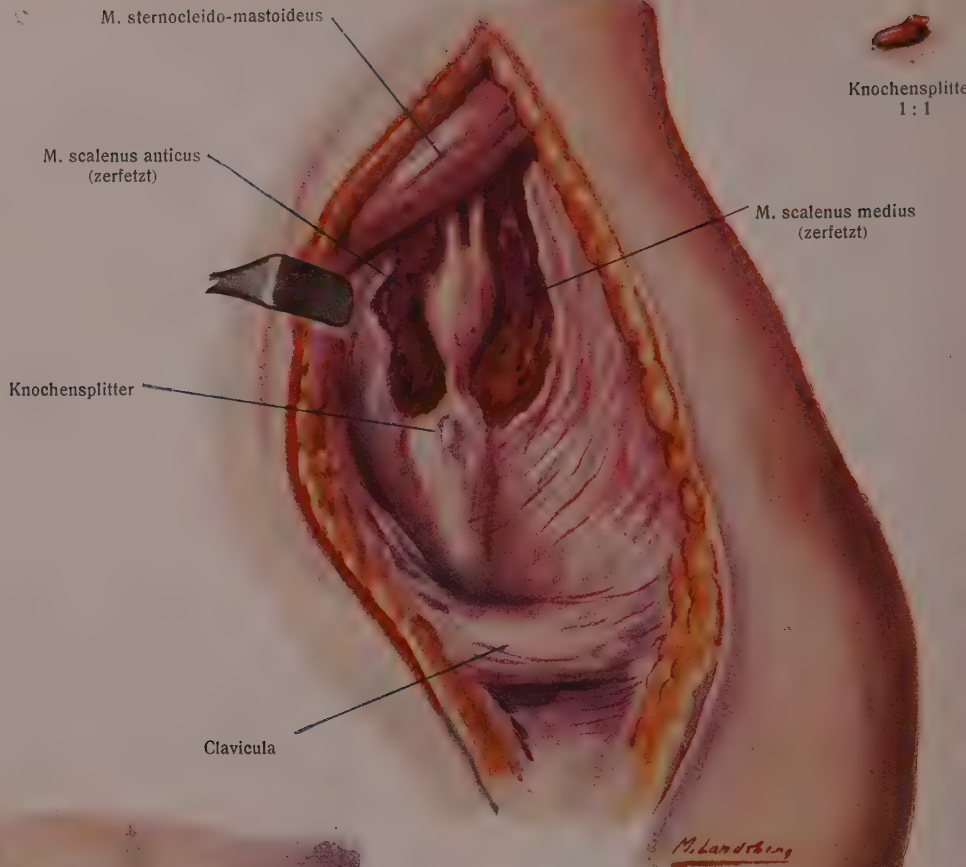


Abb. 296. Zerreißung von C 5 u. C 6.  
Starke Neuombildung und Knochensplinter.  
Eigene Beobachtung. (Aus Bruns Beiträge, Bd. 101.)

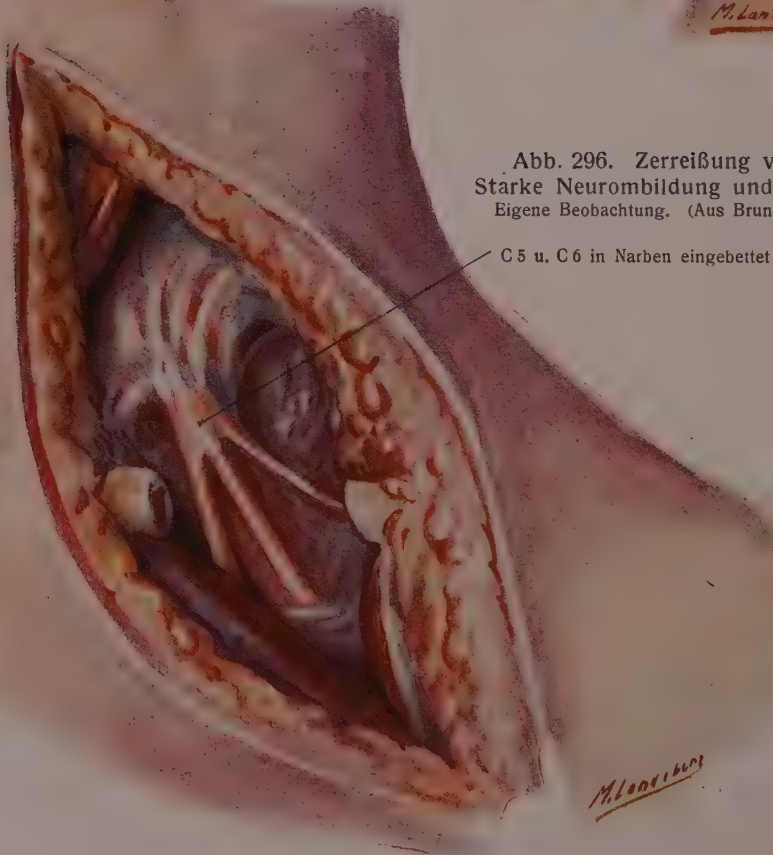


Abb. 295. Plexuslähmung (Erbsche Typ).  
Eigene Beobachtung. (Aus Bruns Beiträge, Bd. 101.)

Die 7. Wurzel teilt sich in einen kurzen hinteren Ast, der zum Radialis geht, während sich der vordere an der Bildung der lateralen Medianuswurzel beteiligt.

C. 8 und Th. 1 treten zwar isoliert aus der Wirbelsäule heraus, vereinigen sich dann aber zu einem gemeinsamen Strang: dieser gibt einen Ast zum Radialis ab, während der Hauptanteil zur medialen Medianuswurzel und zum Ulnaris und Cutaneus antebrachii wird.

Das ist der gewöhnliche Typ (Abb. 292—294), aber von diesem gibt es recht erhebliche Abweichungen. Z. B. können C. 5 und C. 6 nach kurzem getrennten Verlauf zusammengehen und ebenso C. 7 und C. 8, während Th. 1 ganz isoliert verläuft.

In einem anderen Falle haben wir C. 5, C. 6, C. 7 ganz isoliert verlaufend, während C. 8 und Th. 1 zu einem gemeinsamen Strang vereinigt sind.

Diesen Varietäten entsprechend ändert sich auch die Zusammensetzung der einzelnen Wurzeln, auf die ich im einzelnen hier nicht eingehen kann.

Wichtig scheint es mir, noch an die vielfachen Abweichungen der Medianusgabel zu erinnern; einmal liegt sie sehr hoch, das andere Mal sehr tief, d. h. weit peripherwärts. Zwischen lateraler und medialer Medianuswurzel sieht man einen Verbindungsstrang, der sehr leicht zur Verwechslung mit dem einen Ast der Medianusgabel Anlaß geben kann. Bisweilen finden sich zwei, ja sogar drei dieser Verbindungsstränge zwischen beiden Wurzeln.

Fast ebenso variabel wie die Lage der Medianusgabel ist der Abgang des N. musculocutaneus, der sich manchmal hoch proximal, manchmal distal unterhalb der Medianusgabel abzweigen kann.

Einige der Varietäten sind auf den beifolgenden Abb. 287—290 wiedergegeben. Trotz guter anatomischer Kenntnisse können die Schwierigkeiten für den Operateur ganz ungeheure sein, wenn die elektrische Untersuchung bei der Operation aus irgendwelchem Grunde nicht anwendbar ist oder versagt.

Zur Freilegung der schußverletzten Plexusstränge sind je nach Lage der Läsionsstelle alle nur denkbaren Schnitte angewendet worden. Für Verletzungen oberhalb des Schlüsselbeines wurden Schnitte parallel zur Klavikel, wie zur Unterbindung der A. subclavia angelegt; erwies sich ein solcher Schnitt als ungenügend, dann wurde er in Kragenform erweitert oder aber das Operationsfeld durch einen von der Mitte auf- oder absteigenden senkrechten Schnitt in T-Form vergrößert. Es ist durchaus zuzugeben, daß man in leichteren Fällen, namentlich in solchen, in denen man sich bei der Operation auf Neurolysen eines oder weniger Stränge beschränken kann, mit den eben geschilderten Schnitten auskommen kann.

In den Fällen, die mir zur Operation überwiesen wurden, war das kaum möglich; es handelte sich bei ihnen allen um schwere und ausgedehnte Schußverletzungen, in denen es nötig war, den ganzen Plexus zur Orientierung in breitester Weise freizulegen. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wählte ich die Schnittführung so, daß sie dem Verlauf des Plexus entsprach. Je nach Bedarf wurde sie kopfwärts oder nach der Brust resp. der Achselhöhle hin verlängert; wenn es sich als notwendig erwies, wurde im Verlauf der Schnittrichtung das Schlüsselbein schräg durchsägt, seine Fragmente auseinandergezogen und der Pectoralis major durchtrennt. Muskeln und Schlüsselbein wurden am Schluß wieder exakt vereinigt. Diese Art der Freilegung verschafft uns die größtmögliche Klarheit. Die Durchtrennung der Pectoralismuskulatur und des Schlüsselbeines war aber auch mir stets unsympathisch und hat mich sehr bald dazu geführt, die Desinsertion des M. pectoralis minor und später auch des Pectoralis major auszuführen; ich kannte damals die ähnlichen Bestrebungen anderer Chirurgen nicht. Um die evtl. nach der Durchtrennung der Pectoralismuskulatur auftretenden Funktionsstörungen zu vermeiden, die um so mehr ins Gewicht fallen, wenn die Ersatz- und Hilfsmuskeln für Hebung und Abduktion des Armes gelähmt sind, haben verschiedene Chirurgen in gleicher Richtung erfolgreich gearbeitet (THÖLE, REICH, ISELIN, HEILE, GULEKE).

REICH<sup>1)</sup> hat noch darauf aufmerksam gemacht, daß das gewaltsame Auseinanderdrängen der Schlüsselbein-Fragmente nach temporärer Osteotomie Schädigungen der Gelenkenden hervorrufen könne.

REICH hat folgendes Verfahren ausgearbeitet und an einigen Fällen erprobt (Abb. 300):

Von einem supraklavikulären Querschnitt aus, der vorn auf dem Kopfnicker

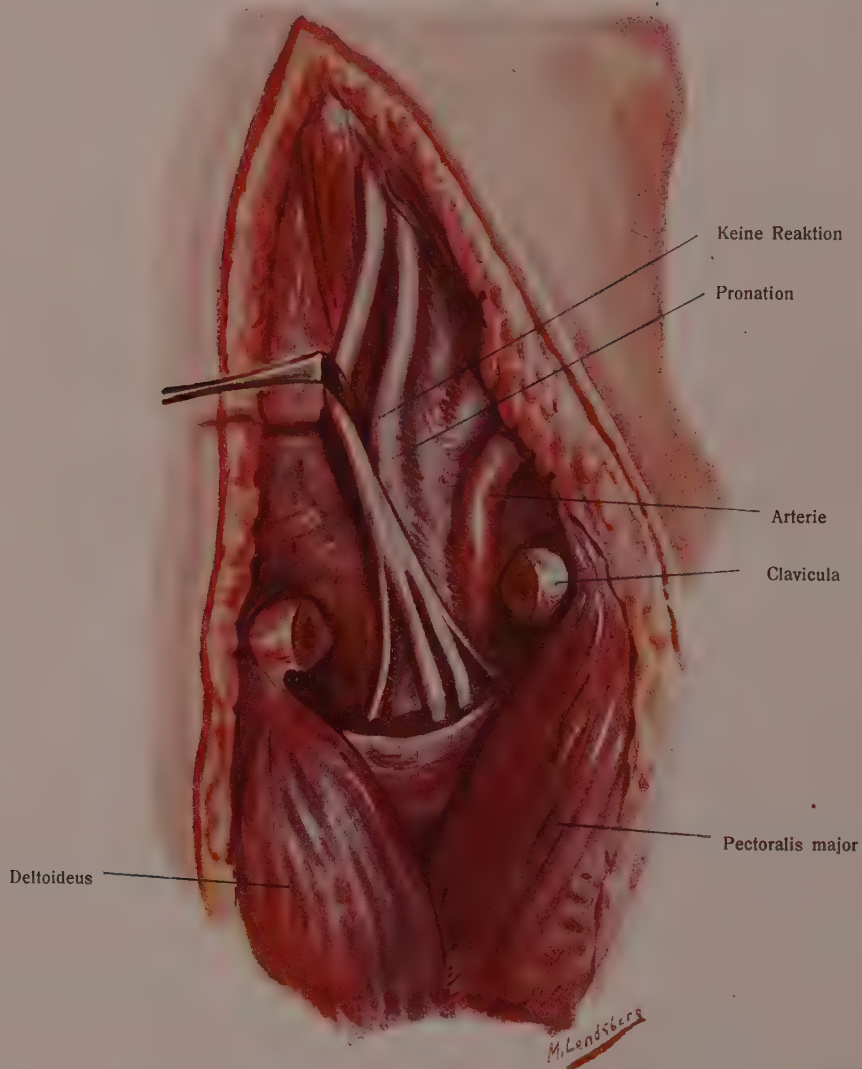


Abb. 298. Plexuslähmung C8 u. Th 1 in Narbe eingebettet.  
Eigene Beobachtung. (Aus Bruns Beiträge, Bd. 101.)

beginnt, hinten an den Trapezius heranreicht, werden die Plexusstränge zunächst in der Oberschlüsselbeingrube freigelegt. Mitunter muß ein senkrechter, das seitliche Halsdreieck teilender Schnitt zu Hilfe genommen werden. Am lateralen Kopfnicker- rand wird nun über das Schlüsselbein hinweg in der Richtung der Pectoralisfasern ein 3—4 querfingerlanger Schnitt nach abwärts geführt; ein zweiter Schnitt quert vom vorderen Trapeziusrande das Schlüsselbein und verläuft im Sulcus deltoideo- pectoralis nach abwärts. Das durch die Schnitte umschriebene Mittelstück des Schlüssel-



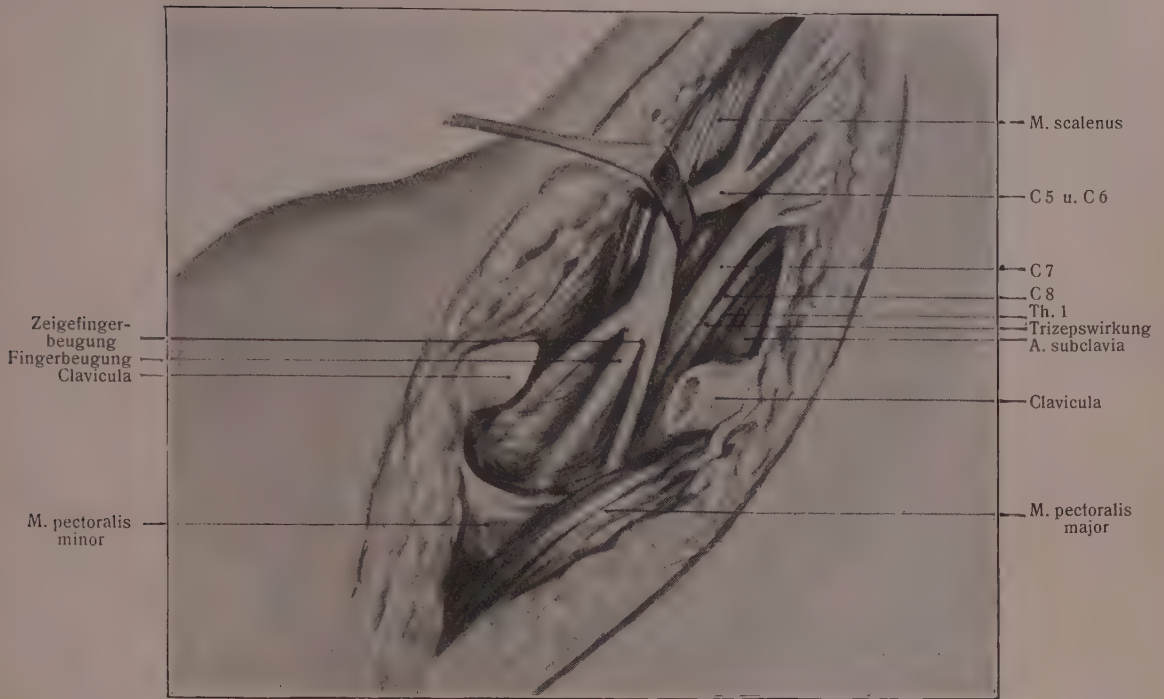


Abb. 297. Schwere Plexusverletzung, Zerreißung von C5 u. C6. Narbe an C7.  
Eigene Beobachtung. (Aus Bruns Beiträge, Bd. 101.)

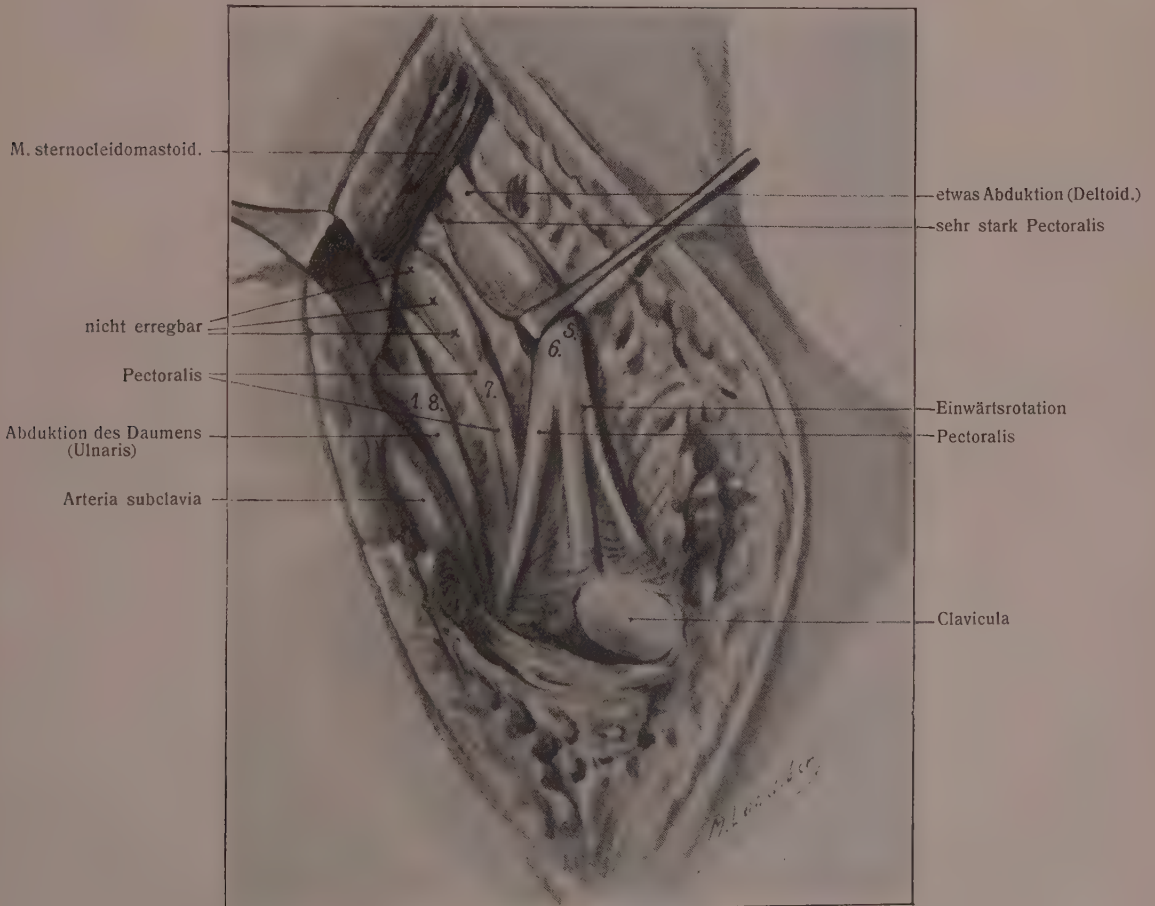


Abb. 299. Verletzung sämtlicher Stämme des Plexus cervicalis.  
Beteiligung des Rückenmarks. Eig. Beobacht. (Aus Bruns Beitr., Bd. 101.)

beines wird reseziert und an der Schlüsselbeinportion des Pectoralis als Stiel nach unten geklappt. Dazu wird das Schlüsselbein den Hautschnitten entsprechend durch Zurückziehen der ansetzenden Muskelfasern medial und lateral auf je 2 cm freigemacht und vor der Durchsägung mit der Drahtsäge zu beiden Seiten der zwei Sägeschnitte zum Zwecke einer gekreuzten Drahtnaht je mit einem vertikalen und horizontalen Bohrkanal unter Spatelschutz versehen. Nach der beiderseitigen Durchsägung des Knochens wird der M. subclavius vom Schlüsselbein abgetrennt. Nunmehr läßt sich nach stumpfer Durchtrennung des Pectoralis in seiner Faserrichtung, entlang dem medialen Schnitte, der umschriebene Hautmuskellappen 3—4 Querfinger nach unten klappen; in dieser Stellung hält man ihn am besten durch eine Naht. Die zum Muskelstiel tretenden vorderen Thorakalnerven bleiben erhalten. Das so geschaffene Fenster zwischen Kopffenster und Trapezium ist 5—6 cm breit und erweitert sich ohne be-

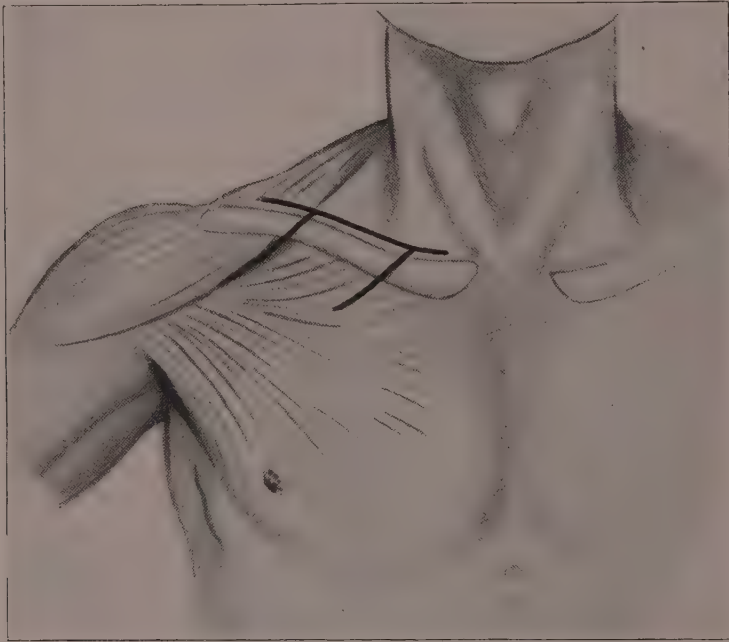


Abb. 300. Freilegung des Plexus nach REICH.

sondere Beanspruchung der Schlüsselbeingelenke auf 10—12 cm, wenn man die Schultern nach außen zieht und nach hinten sinken läßt.

HEILE<sup>2)</sup> führt vom Trapezium bis zum Deltoideus einen Schnitt auf und längs dem Schlüsselbein, schält die Klavikel subperiostal aus, so daß der Ansatz des Sternokleidomastoideus in seiner klavikularen Portion mit dem Periost zusammen abgeschoben wird, während die Sternalportion unverletzt bleibt. Die Klavikel wird im Sternoklavikulargebiet temporär luxiert und der Pectoralis major temporär durchschnitten. Am Schluß exakte Naht, wobei die Fixation der Klavikel in ihrem Gelenk nicht so ganz einfach auszuführen ist.

THÖLE<sup>3)</sup> hat den Plexus von einem T-Schnitt aus freigelegt, dessen einer Schenkel im Sulcus deltoideo pectoralis verläuft und durchsägt die Klavikula medial von der Durchtrittsstelle des Plexus, um schädigende Kalluswirkungen zu vermeiden.

ISELIN<sup>4)</sup> führt zur gleichzeitigen Freilegung des oberen und unteren Armplexus einen H-förmigen Hautschnitt, dessen querer Schenkel über das Schlüsselbein verläuft (Abb. 301). Wird der Deltoideus an der Klavikula und am Akromion z. T. abgelöst,

dieser Muskel nach außen, der Pectoralis minor einfach nach innen verzogen, so kann die Mohrenheimsche Grube fast beliebig erweitert werden.

Zur Revision des Achselhöhlenplexus empfiehlt auch er die Desinsertion des Pectoralis major und evtl. des minor. Man dringt unter Schonung der V. cephalica in den Spalt zwischen Pectoralis major und Deltoideus ein, versorgt die kleinen Gefäß-äste in der Tiefe, durchtrennt die Sehnenplatte des Pectoralis major etwas vom Knochen entfernt, um später eine gute Naht anlegen zu können. Der große Brustmuskel, dessen Ernährung und Innervation, die von oben und innen kommt, erhalten bleibt, läßt sich leicht nach innen umklappen. Nach Spaltung der Achselhöhlenfaszie liegt der Plexus weit hinten frei.

Diese mit Desinsertion der Muskeln einhergehenden Schnittführungen möchte ich als die schonendsten am meisten empfehlen. Man wird sie natürlich, je nach Lage der Verhältnisse, modifizieren müssen. Ich würde es aber für richtig halten, wo es irgend angängig ist, die Clavicula selbst zu schonen. Man kann auf ihre Durchsägung wohl in vielen Fällen verzichten und sich die Plexusstränge doch über, unter und hinter ihr, wenn auch in etwas mühsamer Weise, zugänglich machen.

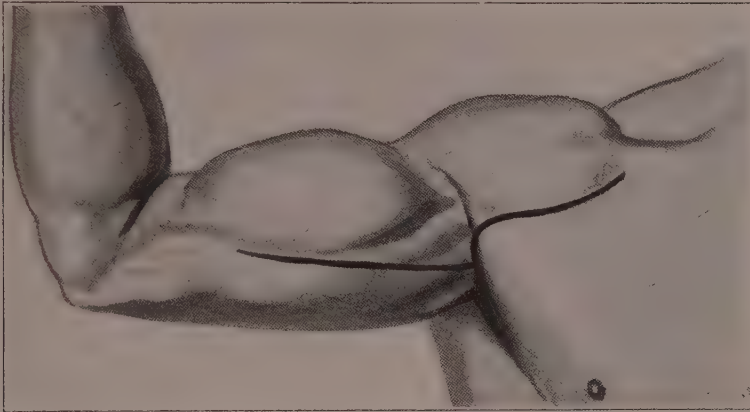


Abb. 301. Hautschnitt zur Freilegung des Achselhöhlenplexus, Desinsertion des Pectoralis major nach ISELIN.

Erwähnenwert erscheint mir noch eine Schnittführung LEXERS<sup>5)</sup>, die eigentlich nur für große Aneurysmen angegeben ist, welche mit Plexusverletzungen kompliziert sind.

LEXER beginnt die Operation durch einen Hautschnitt fingerbreit oberhalb des Schlüsselbeins; durchsägt mit der Drahtsäge das Schlüsselbein zwischen äußerem und mittlerem Drittel, exartikuliert das Schlüsselbein aus dem sternalen Gelenke, so daß der Meniskus an der sternalen Gelenkfläche bleibt und verlängert von hier aus bogenförmig den Schnitt in der Richtung zur Achselhöhle bis zum unteren Pectoralisrand. Nach Durchtrennung des Kopfnickeransatzes und des M. subclavius hat man einen großen Hautmuskellappen mitsamt dem Schlüsselbeinstück gebildet, den man nach außen umlegen kann. Der Pectoralis minor kann entweder an seinem Rippenursprung oder in der Mitte durchtrennt werden. Durch diesen sehr ausgedehnten Schnitt liegen Gefäße und Nerven vom Skalenus bis in die Achselhöhle frei. Die Operation ist aber eingreifend und sollte infolgedessen nur für die schwersten Fälle reserviert werden.

#### b) Freilegung des N. medianus\*).

Bei der Freilegung des N. medianus in der Achselhöhle und weiter distalwärts am Oberarm ist, wie wir schon kurz bei Besprechung der Plexusoperationen erwähnt haben, stets an die Möglichkeit einer tiefen Lagerung der Medianusgabel und an einen tiefen Abgang des N. musculocutaneus

\*) Näheres s. Arbeit M. BORCHARDT-WJASMENSKI, Bruns Beitr. Bd. 107.



aus der lateralen Medianusgabel zu denken. Diese Anomalien können zu Verwechslungen Anlaß geben.

In den oberen zwei Dritteln des Oberarmes gibt der N. medianus keine bedeutenderen motorischen Äste ab. Im mittleren Drittel des Oberarmes dagegen finden wir die nicht nur anatomisch bedeutende, sondern auch klinisch wichtige Anastomose zwischen dem N. musculocutaneus und dem N. medianus. Ein feines Nervenbündel tritt zuweilen noch im Bereich der oberen zwei Drittel des Oberarmes aus den dorsalen Partien des N. medianus heraus, um sich an der Innervation des M. brachialis zu beteiligen (Ramus collateralis nervi mediani FROHSE FRÄNKEL).

Im Bereiche des distalen Drittels des Oberarmes, in der Ellenbeuge und im proximalen Viertel des Vorderarmes dagegen verlassen wichtige motorische Äste den Stamm.

1. Die Bahn für den Pronator teres, und zwar für die oberen Partien des Caput humerale: ein bis zwei Bündel sind es, die in wechselnder Höhe bald im unteren Teile des distalen Oberarmdrittels, bald unterhalb der Ellenbeuge, stets auf der ulnaren Kante des Stammes austreten.

2. Ein Bündel für die unteren Partien des humeralen Kopfes des Pronator teres und für seinen ulnaren Kopf: dieses Bündel verläßt den Stamm an seiner radialen und volaren Kante, distal von der Ellenbeuge.

3. Eine Bahn für den Flexor carpi radialis. Diese tritt als starkes Bündel distal von der Ellenbeuge auf der ulnaren Seite des Stammes heraus, splittert sich in mehrere Äste auf, die alle durch ein ovales, sehnig umgrenztes Loch in den Muskel hineintreten.

4. Die Bahnen für den Flexor digitorum sublimis: An diesem unterscheiden wir 3 Bündel: die obere Sublimisbahn für den oberen Bauch des Flexor indicis sublimis, die fast stets auch die Fasern für den Palmaris longus mit sich führt, eine mittlere Bahn für den 3., 4. und 5. Finger, und endlich die untere Bahn für den unteren Bauch des Flexor indicis sublimis. Die letztere verläßt den Stamm in Höhe der Vorderarmmitte auf der dorso-ulnaren Kante. Die obere Bahn, d. h. die für den oberen Bauch des Zeigefingers und für den Palmaris longus zweigt sich vom Stamm in Höhe der Ellenbeuge von seiner ulnaren Kante ab und splittert sich bald in mehrere Äste auf. Die mittlere Bahn verläßt den Stamm 3—4 Querfinger unterhalb des Epicondylus medialis ebenfalls auf der ulnaren Kante.

5. Findet man ein gemeinsames Bündel, welches die Nerven für den Flexor digitorum profundus, Flexor pollicis longus und die Bahn des Interosseus antebrachii volaris enthält. Das durch seine Stärke charakteristische Bündel für diese tiefen Flexoren tritt aus dem Stamm unterhalb der Ellenbeuge etwa in gleicher Höhe mit der Bahn des Flexor carpi radialis, aber auf der dorso-ulnaren Seite des Stammes aus und zersplittert sich bald in seine Endäste.

Der N. interosseus antebrachii volaris gibt noch proximal von der Vorderarmmitte einige feine motorische Äste ab für den radialen Teil des tiefen Zeigefingerbeugers, für den ulnaren Teil des Flexor pollicis longus und endet oberhalb des Handgelenkes auf der dorsalen Seite des Pronator quadratus.

Für die Verletzungen im Gebiete des N. medianus am Oberarm ist die Kenntnis seiner Anastomosen mit anderen Nerven von großer Bedeutung. Am Oberarm ist, wie schon erwähnt wurde, die wichtigste Anastomose die, welche zwischen N. medianus und N. musculocutaneus besteht. Die Anastomose hat nach unseren und älteren Befunden verschiedene Bedeutung. Einmal geht sie vom N. medianus aus und zieht zum N. musculocutaneus hin, in anderen Fällen entspringt sie dem N. musculocutaneus und läuft in den N. medianus hinein. Durch diese letztere Anastomosenbildung kann sich der N. musculocutaneus an der Innervation der Pronatoren und der Muskulatur des Daumenballens beteiligen.

Daß tatsächlich der Pronator teres durch den N. musculocutaneus innerviert werden kann, habe ich zusammen mit OPPENHEIM bei einer Schußverletzung bestätigen können.

Meine mit WJASMENSKI zusammen ausgeführten Aufsplittungsversuche haben weiter erwiesen, daß die Anastomose, welche vom Musculocutaneus zum Medianus zieht, tatsächlich in die Bahn des Pronator teres und des Flexor carpi radialis einmünden kann (s. Tafel 14 und 24 unserer Arbeit über den N. medianus).

Andererseits kann der N. medianus die Sensibilität der Haut im Gebiete des Cutaneus antebrachii lateralis mitversorgen. Weiter kann sich nach GEGENBAUERS Untersuchungen der N. musculocutaneus beschränken auf die Innervation des Coraco

brachialis, während er im übrigen durch den N. medianus ersetzt werden kann. Ja, es kommt vor, daß der N. medianus die volle Funktion des N. musculocutaneus übernimmt. Auch das Umgekehrte ist von HYRTL beobachtet worden, nämlich, daß der N. musculocutaneus fast vollkommen den N. medianus ersetzte.

Aus diesen kurzen Bemerkungen geht die hohe Bedeutung der Anastomosen hervor und die Wichtigkeit für den Chirurgen, sie, wenn möglich, zu schonen und zu erhalten.

Von nicht geringerer Bedeutung sind die Anastomosen am Vorderarm. Sie finden sich in ca. 10—15% der Fälle entweder als ein einfacher Strang zwischen N. medianus und N. ulnaris oder sie stellt sich als eine schlingenförmige Verbindung zwischen den genannten Nerven dar; endlich kommen auch beide Formen zu gleicher Zeit vor. Die Schlingenform, die sich im oberen Viertel des Vorderarmes befindet, ist seltener als der einfache Strang. Von der schlingenförmigen Anastomose gehen Äste ab zum Flexor digitorum profundus. Die lange Anastomose entspringt in Höhe der Ellenbeuge meistens aus dem motorischen Bündel für die tiefen Flexoren und tritt in Höhe der Vorderarmmitte in den N. ulnaris. Von ihr kann nach unseren und RANSCHBURGS Untersuchungen der größte Teil der Fasern in die Bahn des R. profundus, der kleinere in die des R. superficialis nervi ulnaris münden. Sie kann sich demnach einmal an der vom R. profundus nervi ulnaris versorgten wichtigen Handmuskulatur und zweitens zusammen mit dem R. superficialis bei der sensiblen Versorgung der Haut und der motorischen Versorgung des Palmaris brevis und des Lumbricalis IV beteiligen.

Eine andere ebenfalls noch zwischen N. ulnaris und N. medianus am Vorderarm, von HENLE beschriebene Anastomose, scheint von geringer Bedeutung.

Um so wichtiger ist die klinische Bedeutung der langen Vorderarmanastomose für die Kenntnis der Ersatzfunktion zwischen N. medianus und N. ulnaris.

Im Frieden hat zuerst REMACK, im Kriege OPPENHEIM, RANSCHBURG, SPIELMEYER, KALISCHER, AUERBACH, CASSIRER, FÖRSTER u. a. auf ihre klinische Bedeutung wiederholt aufmerksam gemacht.

An der Hand sind noch zwei Anastomosen zwischen N. medianus und N. ulnaris zu erwähnen: die eine ist sensibler, die andere motorischer Natur. Die letztere geht nach FROHSES Studien durch den Adductor pollicis hindurch, verläuft, nachdem sie auf dem Adductor pollicis oberflächlich geworden ist, unter der Sehne des Flexor pollicis longus herum, am Flexor pollicis brevis entlang, zum R. muscularis nervi mediani oder umgekehrt.

Auf die Tatsache, daß diese Anastomose zwischen N. medianus und N. ulnaris z. B. bei Schnittverletzungen des N. medianus oberhalb des Handgelenkes für die Erhaltung der Motilität der Daumenballenmuskulatur von Bedeutung werden kann, hat BERNHARDT zuerst hingewiesen. Im Kriege haben wir selbst und andere Autoren seine Beobachtungen bestätigen können.

Auf weitere anatomische Einzelheiten können wir an dieser Stelle nicht eingehen, wollen nur noch hervorheben, daß der gesamte Daumenballen durch den N. ulnaris allein versorgt werden kann und verweisen im übrigen auf die ausführlichen Studien von FRÄNKEL und FROHSE.

Nur auf eine wichtige Erscheinung wollen wir noch einmal kurz hinweisen, das ist die isolierte Lähmung des Beugers des Zeigefingers bei Medianusverletzung. Die Beuger des 3., 4. und 5. Fingers werden sowohl vom N. medianus wie vom N. ulnaris versorgt. Vom 4. und 5. Finger wußte man das längst, für den 3. haben es erst FRÄNKEL und FROHSE durch ihre Studien über die intramuskuläre Endverzweigung festgestellt (s. unsere Arbeit über den N. medianus Abb. 25). Ist nun der N. medianus verletzt, so kann die Beugung nicht nur des 4. und 5. Fingers, sondern auch die des 3. mit Hilfe des N. ulnaris geschehen; der 2. Finger ist in bezug auf Innervation ungünstiger gestellt, denn der Muskelbauch des Sublimis sowohl wie der des Profundus für den 2. Finger werden ausschließlich vom N. medianus versorgt. Ist der letztere durchtrennt, so

kann der N. ulnaris nicht vikariierend für die Beugung des 2. Fingers in Betracht kommen. Beim 2. Finger fehlt also die Doppelinnervation, die beim 3.—5. vorhanden ist.

FRÄNKEL und FRÖHSE<sup>6)</sup> haben nur ganz ausnahmsweise in einem einzigen Falle gesehen, daß der N. ulnaris den oberen Bauch des Flexor indicis sublimis versorgte.

Zur Operation in der von uns so genannten gefährlichen Gegend wollen wir noch einige Bemerkungen machen.

Die zwei von uns angefertigten Abbildungen (302 u. 303) mögen den Text erläutern.

Geht man im proximalen Viertel des Vorderarmes zwischen Brachioradialis und Flexor carpi radialis in die Tiefe, so kommt man nach Spaltung der Faszie auf die

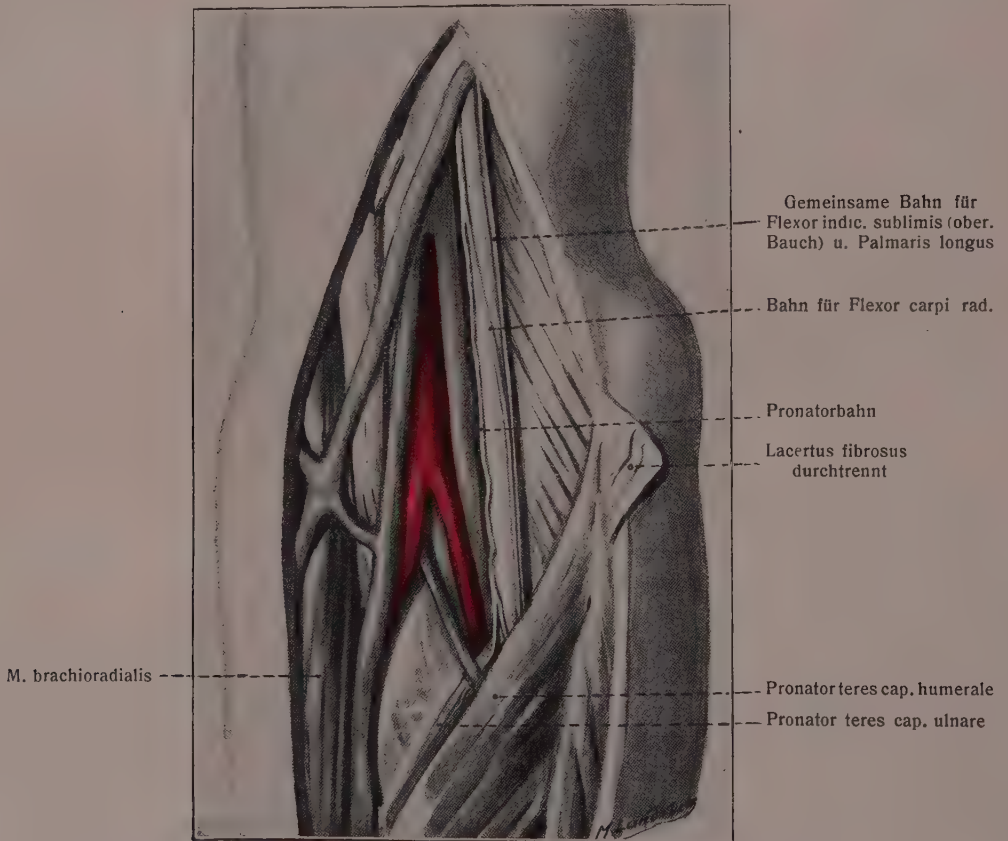


Abb. 302. Übersichtsbild der Ellenbeuge. Lacertus fibrosus durchtrennt.  
3 wichtige Bahnen des Medianus sichtbar. (Nach eigenem Präparat.)

A. radialis. Vom N. medianus sieht man zunächst nichts, da er vom Pronator teres gedeckt ist. Zieht man unter starker Supination der Hand den Pronator teres unterhalb des stehengebliebenen Lacertus fibrosus stark ulnarwärts, so trifft man zunächst auf die A. ulnaris und noch weiter ulnar von dieser auf den N. medianus. Dieser liegt hier auf einer Strecke von etwa 4 cm frei. Für eine ergiebige Operation ist diese Strecke zu kurz, zumal das Operationsgebiet hier auch ziemlich gefäßreich ist. Durchschneidet man nun den Ansatz des Caput humerale des Pronator teres am Radius und präpariert seinen Bauch nach oben, so bekommt man den N. medianus auf einer Strecke von etwa 8 cm frei, auf welcher die Nervenbahnen für die tiefen Flexoren und für den Flexor digitorum sublimis (für den 3., 4. und 5. Finger) dorsal, resp. dorso-ulnar, vom Hauptstamm abzweigen. Der N. medianus liegt jetzt oben bis zum Winkel zwischen



Lacertus fibrosus und der Bizepssehne, nach unten bis zur Eintrittsstelle unter das Caput radiale des Flexor sublimis III frei. Durchschneidet man nun den Lacertus fibrosus, so läßt sich der Pronator teres noch weiter ulnarwärts umklappen. Man sieht proximal von der Bahn des Flexor sublimis die Bahn des Flexor carpi radialis

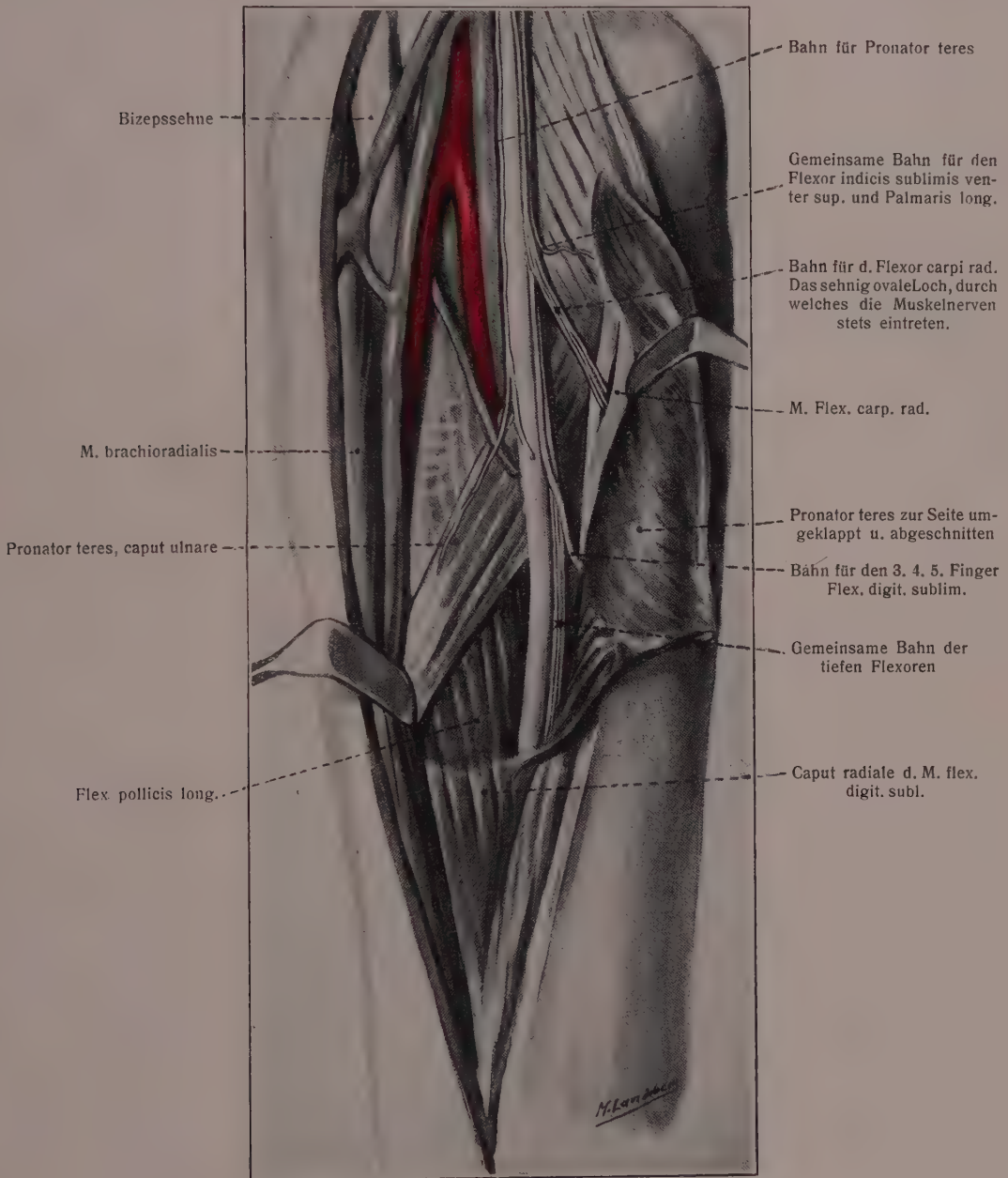


Abb. 303. N. medianus in der Ellenbeuge und im proximalen Drittel.

Durchschnitten ist der Ansatz des Caput humerale, des Pronator teres und ein Stück des Ansatzes des Caput radiale des Flexor sublimis. (Nach eigenem Präparat.)

in ein Sehnenloch des Muskels eintreten und noch weiter proximal die Bahn für den Flexor indicis sublimis und Palmaris longus. Auf der radialen Seite des Stammes verläuft die Pronatorbahn, die sich proximal von der Epikondylenlinie mit der Bahn für den Flexor carpi radialis vereinigt.

DRÜHNERS Schnittführung unterscheidet sich nicht wesentlich von der unsrigen. DRÜHNER<sup>46)</sup> empfiehlt für die Freilegung des N. medianus am Vorderarm von der Sehne des Bizeps, und zwar von dem Winkel zwischen ihr und dem Lacertus fibrosus über dem Muskelspalt zwischen Medianus- und Radialismuskulatur, immer an der radialen Seite des Flexor carpi radialis abwärts zu präparieren. Nach der Durchtrennung der Fascia antebrachii dringt man in den Muskelspalt ein und zieht die A. radialis mit ihren Begleitvenen radialwärts. Nach der radialen Seite gibt sie zahlreiche, auch größere Muskeläste ab. Nach dem N. medianus zu sendet sie keine oder nur kleine Äste. Man kann sie daher von dieser Seite bis zu dem Lacertus fibrosus verfolgen und trifft hier auf den Medianusstamm bis zu seinem Eintritt in den Pronator teres. Von diesem aus wird der Muskel in der Faserichtung bis zu seinem sehnigen Ansatz gespalten und einige Millimeter von ihm bis zu diesem Spalt scharf durchtrennt. Man kann den scharfen Muskelschnitt je nach Bedarf in den dünnen, manchmal nur aus Sehnenfasern bestehenden Flexor carpi radialis (!?) (wohl Caput radiale des Flexor sublimis III) nach der Hand zu fortsetzen, diesen mit dem Pronator teres im Zusammenhang lassen und ihn scharf an seinem Ursprung vom Radius abheben. Beide, den Flexor sublimis digiti III und die durchschnittenen humeralen Teile des Pronator teres, schlägt man nun ulnar hinüber und gelangt so auf den Medianusstamm. Seine Verzweigungen werden nicht gefährdet. Wenn nötig, kann man in der Nähe des Handgelenkes die Sehne des Flexor carpi radialis schräg durchschneiden.

### c) Verletzungen des N. radialis\*).

Es sind vier Stellen, an welchen wir am häufigsten mit Schußverletzungen des N. radialis zu tun haben:

1. die Gegend der Achselhöhle;
2. die obere und die untere Umschlagstelle des N. radialis, d. h. also die Strecke, an welcher der Nerv im proximalen Drittel des Oberarmes von der Innenseite auf die Rückseite des Oberarmes tritt, und die Stelle, wo er im spiraligen Verlauf von der Hinterfläche zur Vorderfläche des Armes hinübertritt;
3. die Gegend der Ellenbeuge und die angrenzenden Partien, d. h. das distale Viertel des Oberarmes und das proximale des Vorderarmes;
4. das Verlaufsgebiet des R. profundus nervi radialis.

Zu 1. Zur Freilegung des N. radialis in der Achselhöhle empfiehlt DRÜHNER, in den Spalt zwischen der größeren dorsalen Vene und den N. medianus einzugehen, den N. cutaneus antebr. medialis an der Vene zu lassen und die Vene samt dem N. ulnaris nach der dorsalen Seite hin zu ziehen. Der N. medianus und die A. brachialis werden nach der entgegengesetzten Seite hin abgezogen.

Der Operateur muß sich nach unserer Ansicht vor allem über die folgenden Verhältnisse Klarheit verschaffen:

1. Über die Abgangsstelle der Nervenbündel für das Caput longum des Trizeps und über das Lageverhältnis dieser Bündel zum Hauptstamm.
2. Über die Lagerung der übrigen Nervenbündel, welche für den Trizeps bestimmt sind, insbesondere
3. über den N. collateralis ulnaris des N. radialis, welcher die medialen Partien des Caput mediale des Trizeps versorgt.

Eine besonders geeignete Stelle zur näheren Orientierung über das Lageverhältnis der einzelnen Äste scheint uns die Gegend der Latissimussehne zu sein. Man sieht da (Abb. 304) zunächst nach dorsal ein dickeres Nervenbündel verlaufen, welches die Fasern für den langen Trizeps enthält. Dieses Bündel deckt noch zunächst die Bahnen für das Caput mediale und Caput laterale. Verfolgt man den Stamm des N. radialis noch weiter distal, so läßt sich an ihm schon das zweite Bündel deutlich erkennen, in welchem die Äste für den medialen und lateralen Teil des Trizepskopfes enthalten sind. Für den Kenner ist dann am Hauptstamm noch ein drittes Bündel erkennbar, welches den sensiblen Cutaneus antebr. dorsalis, evtl. zusammen mit dem sensiblen Cutaneus

\*) S. Näheres in der Arbeit M. BORCHARDT-WJASMENSKI, Bruns Beitr. Bd. 117 H. 3.

brachii posterior enthält. Dieses Nervenbündel verläuft zusammen mit dem Hauptstamm in den Spiralkanal. Der N. collateralis ulnaris liegt im mittleren Drittel des Oberarmes dem N. ulnaris an, entfernt sich aber weiter distal wieder von dem letzteren und versorgt im wesentlichen die medialen Partien des Caput mediale des Trizeps.

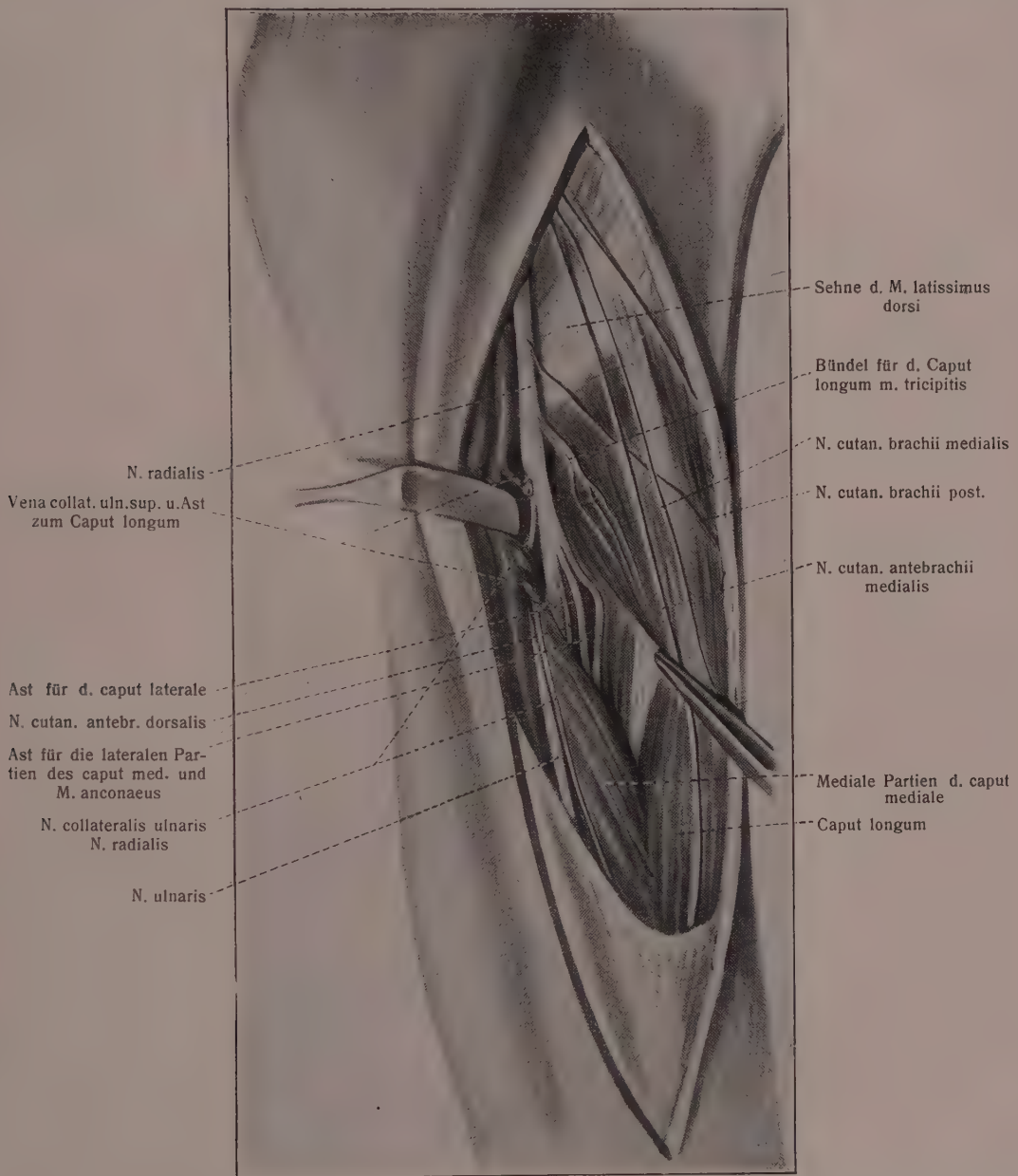


Abb. 304. Topographie des N. radialis in der Achsel und der proximalen Hälfte des Oberarmes.  
Aus Bruns Beiträge, Bd. 117. (Nach eigenem Präparat.)

Ist man genötigt, den schußverletzten Radialis im proximalen Drittel des Oberarmes zu nähen, so muß man seine beiden Stümpfe gelegentlich von zwei Schnitten aus aufsuchen; das proximale Ende von einem Schnitt an der Innenseite, das distale von einem Schnitt an der Außenseite des Oberarmes. Die Stelle, an welcher der



Radialis im proximalen Drittel von der Innenseite über die Rückseite nach außen tritt, findet man, wenn man einen Schnitt am hinteren Rande des Deltoideus proximal von seinem Ansatz an der Tuberositas deltoidea nach abwärts führt, und die Fasern des lateralen Trizepskopfes vom Knochen ablöst. Nach abwärts kann man den Schnitt entweder in der Richtung auf den Epicondylus externus hin verlängern oder besser, ihn dem weiteren spiraligen Verlauf des N. radialis anpassen.

DRÜHNER empfiehlt, wenn man genötigt ist, die Stümpfe von der Innen- und von der Außenseite des Oberarmes aufzusuchen, zur besseren Übersicht, die beiden Längsschnitte durch einen Querschnitt miteinander zu verbinden, den Trizeps temporär quer zu durchtrennen und die durchschnittenen Enden später wieder zu vereinigen.

HEILE<sup>8)</sup> empfiehlt in ähnlicher Weise, die temporäre schräge Durchtrennung des Trizeps.

Funktionsstörungen sind nach diesen Muskeldurchtrennungen, wenn sie aseptisch heilten, nicht aufgetreten.

Mit dem Radialis darf der N. cutaneus antebrachii dorsalis nicht verwechselt werden, der ihm auch schon an der oberen Umschlagstelle dicht anliegt. Die Unterscheidung beider Nerven aber ist leicht, wenn man bedenkt, daß der Cutaneus antebrachii je weiter distal, um so oberflächlicher verläuft, während der Stamm des N. radialis nach der Tiefe zustrebt.

Verwechslungen zwischen Cutaneus antebrachii und dem Stamm des N. radialis sind namentlich an der unteren Umschlagstelle wiederholt vorgekommen; der Irrtum ist entschuldbar, weil man gelegentlich auf einen durch Entzündungen stark verdickten, neuromatös veränderten und durch Narbenbildung in die Tiefe dislozierten Cutaneus antebr. stoßen kann. Unter normalen Verhältnissen verläuft der N. cutan. antebr. dorsalis epifaszial. Der Radialisstamm selbst zieht zwischen M. brachioradialis und brachialis abwärts; er ist außerdem daran kenntlich, daß ihn verhältnismäßig große Gefäße begleiten.

Ist man im Zweifel, welchen Nerven man vor sich hat, so soll man proximal und distal so weit präparieren, bis man sich völlige Klarheit verschafft hat.

Auf die Verwechslung beider Nerven sind eine Reihe von Mitteilungen über sog. Schnellheilungen nach Radialisnaht zurückzuführen. Dahin gehört z. B., wie auch RANSCHBERG<sup>9)</sup> hervorhebt, ein von LÖWENSTEIN<sup>10)</sup> berichteter Fall, in dem 10 Tage nach sog. Radialisnaht die gestörte Funktion wieder eintrat; wahrscheinlich war der N. radialis nur sehr wenig geschädigt und bei der Operation gar nicht zu Gesicht gekommen.

Zum Aufsuchen des N. radialis am Oberarm hat DRÜHNER eine sog. Radialislinie angegeben. Im proximalen Drittel fällt sie zusammen mit dem Schnitt für das Aufsuchen des N. medianus, läuft in Höhe der A. profunda quer über die Rückseite des Armes nach außen und folgt dann dem Ansatz des lateralen Trizepskopfes am Humerus nach abwärts, um am Ellbogengelenk winklig mit der Medianuslinie zusammenzutreffen.

Die Ellbogenbeuge und die ihr benachbarten Partien des Ober- und Vorderarmes bedürfen einer kurzen besonderen Besprechung, weil sich in diesem Bereich eine ganze Reihe wichtiger Muskeläste vom Hauptstamm des N. radialis abzweigen und weil in ihr auch die Spaltung des Hauptstammes in seine Endäste, in den R. profundus und den R. superficialis nervi radialis, stattfindet.

Das beigegebene von uns angefertigte Übersichtsbild (Abb. 305) gestattet, wie ich glaube, eine schnelle Orientierung über die für den Chirurgen wichtigsten Verhältnisse. Ist er mit ihnen vertraut, so wird er in der Lage sein, die bedeutendsten Muskeläste zu schonen.

Auf der Abbildung sieht man deutlich, wie am meisten proximal, etwa 5–6 cm oberhalb der Epikondylenlinie, der Ast für den Brachioradialis radialwärts vom Hauptstamm abzweigt.

In gleicher Höhe splittert sich gelegentlich ein Ast für den Musculus brachialis von der ulnaren Seite des Stammes ab, der in unserem Präparat nicht wiedergegeben ist.

Weiter peripher lösen sich vom Hauptstamm die Äste für den Extensor carpi radialis longus ab.

In Höhe der Epikondylenlinie, manchmal etwas über ihr, in selteneren Fällen auch distal von ihr, zerfällt der Nervus radialis in seine beiden Endäste, den Ramus profundus

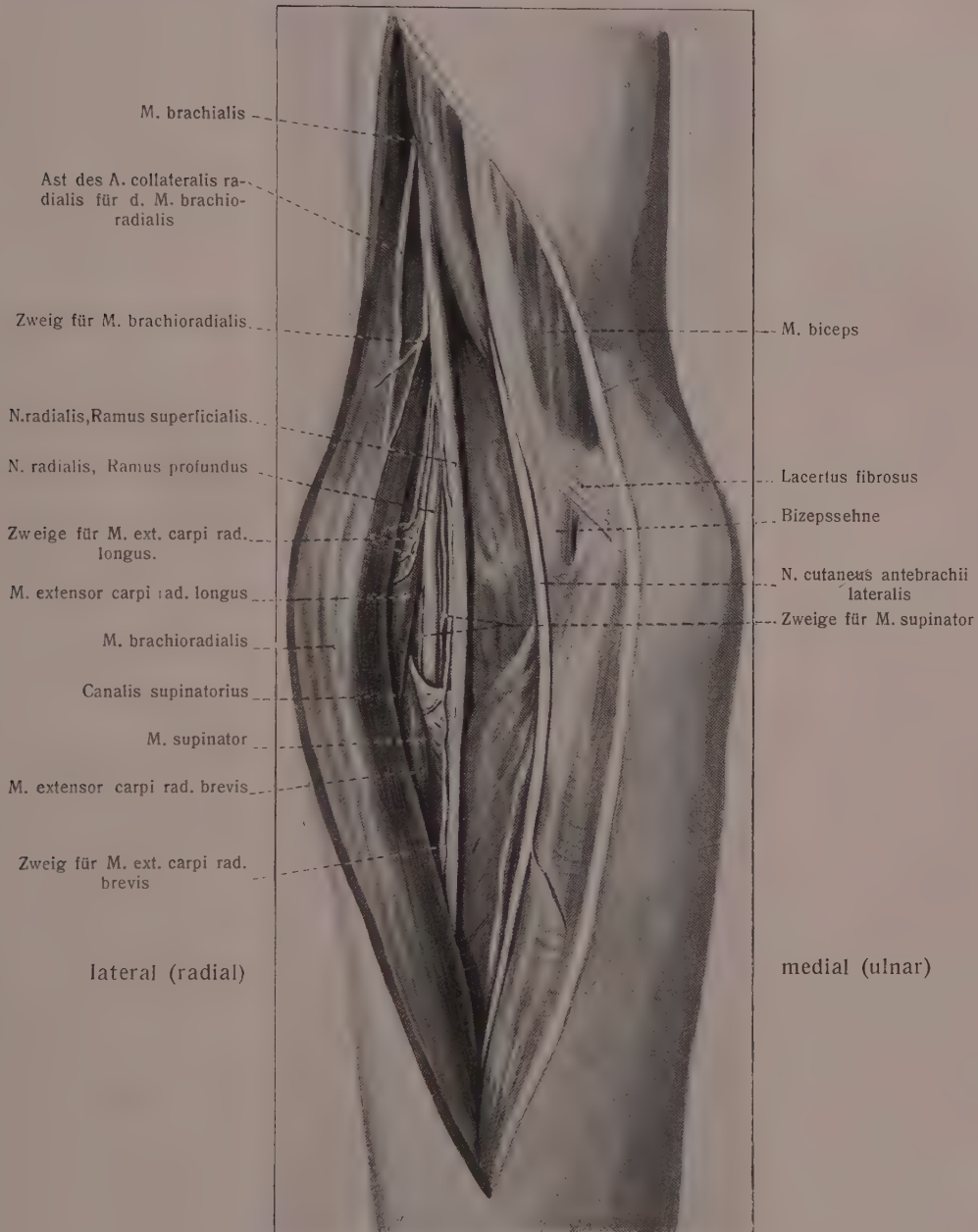


Abb. 305. Topographie des Ramus superficialis und Profundus des Nervus radialis.

Nach eigenem Präparat. (Aus Bruns Beiträge, Bd. 117.)

und den Ramus superficialis. Bevor der Ramus profundus in den Canalis supinatorius eintritt, gibt er für den Musculus supinator einige Äste ab. Zwischen Profundus und Superfizialis hebt sich markant ein Nervenbündel ab, das den Extensor carpi radialis brevis versorgt und welches dem Ramus superficialis näher anliegt als dem Profundus.

Die Versorgung des *Musculus supinator* geschieht durch mehrere feine Bündel, die sich zu beiden Seiten des *Profundus* und zwar noch vor seinem Eintritt in den *Supinatorkanal* absplitteln. Sie sind in einer Fettschicht eingebettet und können bei der Freilegung in diesem Gebiet allzu leicht verletzt werden, und doch ist ihre Schonung wichtig wegen der hohen Bedeutung des *Musculus supinator*, dessen Wirkung nur unvollkommen durch den *Bizeps* ersetzt werden kann.

Der *Ramus profundus* splittert sich gleich nach seinem Austritt aus dem *Hiatus inferior canalis supinatorii* in 2 Bündel auf, in ein kurzes dickeres ulnares für die oberflächliche Schicht der Streckmuskeln des Vorderarms, und in ein zweites radial gelegenes Bündel für die tiefe Schicht. Die Austrittsstelle des *Ramus profundus* aus dem *Supinatorkanal* liegt auf der Streckseite des Vorderarmes 5–6 cm unterhalb des *Radiusköpfchens*, resp. 7–8 cm unter der Spitze des *Olekranon*.

Schußverletzungen, die den *Profundus* während seines Verlaufs im *Supinatorkanal* treffen, werden meist das gesamte Innervationsgebiet dieses Nerven schädigen. Weiter distal (d. h. nach Austritt des Nerven aus dem *Supinatorkanal*) auftretende Schüsse können eher das Bild partieller Lähmungen hervorrufen, da nunmehr auch die einzelnen Nervenbahnen leichter isoliert getroffen werden können.

Zur Technik der Freilegung seien noch wenige Bemerkungen gestattet. Zur Orientierung konstruiert man sich die *Epikondylenlinie* und palpiert sich den lateralen Rand der *Bizepssehne*. Zwischen ihm und dem *Brachioradialiswulst* gehe man vorsichtig in die Tiefe, um die Endäste des *Radialis* zu suchen. Der *Ramus profundus* verläuft, wenn man den *Brachioradialis* nicht zu stark nach außen zieht und jede *Torquierung* vermeidet, nach unseren Untersuchungen dorsal und etwas nach außen vom *Ramus superficialis*. Die Höhe des Nerveneintritts in den Kanal liegt etwa querfingerbreit unterhalb der *Epikondylenlinie*. *Brachioradialis*, *Extensor carpi radialis longus* und der obere Rand des *Extensor carpi radialis brevis* müssen zur Seite gezogen werden, um den Eingang in den Kanal freizumachen. Die dorsale Fläche des *Extensor carpi radialis brevis* wird von einem sehnigen Blatt gebildet, welches seinerseits auf der *Aponeurose* des *Supinator* aufliegt. Diese beiden Sehnenflächen sind für den Operateur ein guter Wegweiser: die Sehnenzüge des beiseite gezogenen *Extensor carpi radialis brevis* verlaufen von innen oben nach unten außen, während die *aponeurotischen Fasern* des *Supinator* von radial oben nach ulnar unten verlaufen (Abb. 306).

Um den *Profundus* weiter nach abwärts freizulegen, müßten Muskelbündel des *Extensor carpi radialis brevis* stark radial verzogen und der *Supinator* durchschnitten werden. Das den *Extensor carpi radialis brevis* versorgende Muskelbündel ist, wenn es vor der Verletzung intakt war, unbedingt zu schonen, da der Muskel ein sehr wichtiger *Dorsalbeuger* der Hand ist.

Zur Freilegung des *N. profundus* unterhalb der Ellenbeuge bis zu seinem Austritt in den *Supinatorkanal* empfehlen wir den Arm so zu lagern, daß das Ellbogengelenk gestreckt, der Vorderarm etwas proniert, der Daumen gerade nach oben steht und die Hand zur Entspannung der Muskulatur leicht dorsal flektiert wird. Der Schnitt geht dann (Abb. 306) von der Beugeseite der Ellenbeuge leicht spiralig dem *Canalis supinatorius* folgend zur dorsalen Seite des *Radius*. In das Ende dieses Schnittes läßt sich nun ein Stück von dem Teil des *R. profundus* hineinziehen, der bereits auf der Streckseite des Vorderarmes liegt. Wir haben mit dieser Methode an dieser Stelle noch die Naht in einem Falle ausführen können. Bald nach dem Austritt aus dem *Canalis supinatorius* spaltet sich der *R. profundus* in seine Endäste.

KOCHER beschreibt seinen Schnitt zur Freilegung des *Profundus* folgendermaßen:

Schnitt auf der radialen Seite des gebeugten Vorderarmes, der in Mittelstellung zwischen *Pro-* und *Supination* gehalten wird, am hinteren Rande des Wulstes des *Extensor carpi radialis* entlang, zwischen diesen Muskeln und dem sehnigen *Extensor digitorum communis*, in einer Linie vom *Radiusköpfchen* nach abwärts, Spaltung der Faszia, Abziehen der *Extensor carpi radiales*; es erscheint



Faszie und Muskelfleisch des Supinator mit charakteristischer schräger vor- und abwärtsgehender Faserung. Ungefähr 5—6 cm unter dem Radiusköpfchen tritt der Nerv aus dem Muskel hervor. Um ihn in größerer Ausdehnung frei zu bekommen, spaltet KOCHER den Supinator nach aufwärts.

Über das Lageverhältnis des R. profundus zum R. superficialis differieren die An-

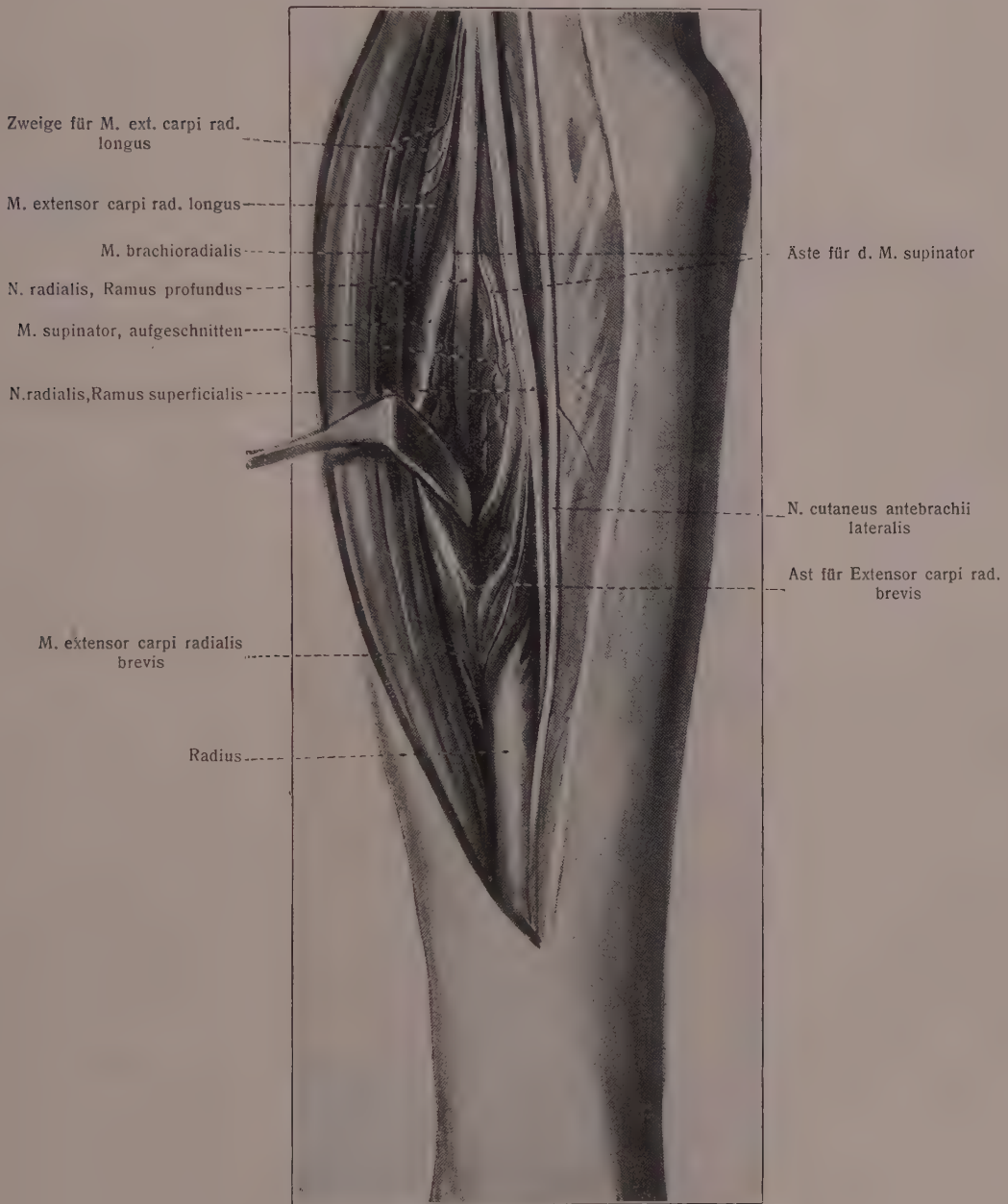


Abb. 306. Zur Freilegung des R. profundus N. radialis.

Nach eigenem Präparat. (Aus Bruns Beiträge, Bd. 117.)

gaben der verschiedenen Autoren. Deshalb soll es sich der Chirurg zur Regel machen, wo es angängig ist, sich durch elektrische Reizung Sicherheit zu verschaffen, welche der Äste er vor sich hat. Wo das nicht angängig ist, soll er lieber das aufgesuchte Nervenbündel nach distal so lange verfolgen, bis alle Zweifel gelöst sind.

## d) Über den N. ulnaris.

Die Freilegung des N. ulnaris am Ober- und Vorderarm stößt nur dann auf größere Schwierigkeiten, wenn schwere Zerstörungen der Weichteile vorhanden sind und wenn die durchschossenen Enden des Nerven stark gegeneinander disloziert sind.

Operiert man am Oberarm, so ist es zweckmäßig, den Arm mit seiner Streckseite und mit dem Handrücken auf eine Unterlage zu legen.

Unter normalen Verhältnissen verläuft der N. ulnaris am Oberarm in einer schrägen Linie, die etwa vom hinteren Rande des Coracobrachialis zum Sulcus hinter dem Epicondylus medialis gezogen wird; diese Linie bildet mit dem geradlinig verlaufenden Sulcus bicipitalis medialis einen spitzen Winkel. Man verfällt leicht in den Fehler, den Schnitt zu geradlinig zu machen, statt ihn distal dorsalwärts auslaufen zu lassen.

Verwechselungen mit anderen Nerven, d. h. mit dem N. medianus und hauptsächlich mit dem N. cutaneus antebrachii medialis sind unter pathologischen Verhältnissen verständlich. Wenn tiefgehende Zerstörungen, fast über den ganzen Oberarm ausgehende Narbenbildungen vorhanden sind, wenn es, wie schon erwähnt, vorkommen kann, daß das zentrale Ende eines durchschossenen N. medianus mit dem peripheren des N. ulnaris durch Narbenbrücken verwächst, so sind solche Verwechselungen entschuldbar.

Bei dem geringsten Auftreten von Zweifeln ist es deshalb ratsam, die Schnitte zentral bis in die Achsel, peripher bis zum Sulcus ulnaris zu verlängern, um sich völlige Klarheit zu verschaffen. Erinnert sei noch einmal daran, daß der N. cutaneus antebrachii medialis parallel zum N. medianus, also geradlinig verläuft, während der N. ulnaris distal von der Oberarmmitte schräg nach hinten abwärts zieht; der N. cutaneus antebrachii liegt zudem oberflächlicher als der N. ulnaris.

Während seines ganzen Verlaufes vom Plexus bis etwa zur Höhe des Epicondylus medialis gibt der N. ulnaris keine motorischen Äste ab.

In der Literatur wird hier und da von einer Versorgung des Trizeps durch einen Ulnarisast gesprochen; diese Auffassung beruht auf einem Irrtum; das Nervenbündel, welches durch seine Lage und durch seinen Verlauf zu diesem Irrtum Anlaß geben kann, ist der N. collateralis ulnaris, der nicht vom Ulnaris, sondern vom Radialis stammt. Er liegt in Höhe der Oberarmmitte in einer gemeinsamen Bindegewebsscheide mit dem N. ulnaris, verläßt aber die gemeinsame Bahn, um an der Grenze des mittleren und distalen Drittels des Oberarmes in die mediale Portion des medialen Trizepskopfes einzugehen. Der N. collateralis ist nicht immer gut ausgeprägt; er kann auch bereits oberhalb der Oberarmmitte in den medialen Trizepskopf eintreten.

Während am Oberarm motorische Äste nicht vom N. ulnaris abgehen, zweigt nicht selten ein sensibler Ast ab, der die Haut und das Unterhautzellgewebe an der medialen Seite des distalen Drittels des Oberarmes versorgt.

Am Vorderarm zweigen sich vom N. ulnaris folgende Äste ab:

1. die motorische Bahn für den Flexor carpi ulnaris,
2. die motorische Bahn für den ulnaren Teil des Flexor digitorum profundus (4. und 5. Finger),
3. der sensible R. cutaneus palmaris,
4. der sensible R. dorsalis manus.

In der Gegend des Handgelenkes zerfällt der N. ulnaris in seine beiden Endäste.

Zu 1. Die beiden Köpfe des Flexor carpi ulnaris werden gewöhnlich von zwei Ästen versorgt; doch sieht man oft auch ein drittes und viertes Bündel.

Von den beiden Ästen, die den Muskel normalerweise versorgen, verläßt der eine, stärkere, den Hauptstamm in Höhe des Epicondylus medialis oder etwas weiter distal von der dorsalen und ulnaren Seite, während der zweite dünnere, etwas tiefer, volar von der ulnaren Kante des Stammes abgeht. Von dieser Art der Abzweigung haben wir auch Varianten gesehen, auf die wir an dieser Stelle nicht eingehen können.

Da der M. flexor carpi ulnaris seine Äste von der dorsalen und von der volaren Fläche des Stammes bekommt, so brauchen bei Schußverletzungen in dieser Gegend oder oberhalb des

Epicondylus medialis humeri nicht alle Zweige des Flexor carpi ulnaris gleichzeitig verletzt zu sein. Es können beispielsweise die dorsal verlaufenden Fasern geschädigt, die volar verlaufenden dagegen frei sein. Wir selbst haben solche Fälle gesehen, in denen dann das klinische Bild der Ulnarisverletzung bei erhaltenem Flexor carpi ulnaris durch die starke Atrophie der Interossei und durch die schweren sensiblen und trophischen Störungen beherrscht wurde.

Zu 2. Der Flexor digitorum profundus bekommt für seine ulnare Portion (4. und 5. Finger) meistens einen Zweig, der unterhalb des Astes für den Flexor carpi ulnaris, also ebenfalls distal vom Epicondylus medialis von der dorsalen Seite des Stammes abgeht.

Wir haben bereits in dieser Arbeit und an unserer genaueren über den N. medianus<sup>50)</sup> ausführlich geschildert, daß der Anteil des N. medianus an der Innervation des 4. sowohl als auch des 5. Fingers bedeutend sein kann. Wir möchten noch hinzufügen, daß eine bogenförmige Anastomose, welche im oberen Drittel des Vorderarmes zwischen dem N. medianus und dem N. ulnaris vorkommt, sich an der Innervation des Flexor digitorum profundus beteiligen kann.

Im proximalen Viertel des Vorderarmes kommen also die motorischen Äste für den Flexor carpi ulnaris, Flexor digitorum profundus in Betracht und evtl. eine bogenförmige Anastomose, welche motorische Fasern enthält für den ulnaren Teil des Flexor digitorum profundus.

In der Mitte des Vorderarmes ist auf die lange Anastomose zwischen Ulnaris und Medianus zu achten (s. Kapitel Medianus).

Über die Freilegung des N. ulnaris in der Gegend des Handgelenkes resp. über die Freilegung seiner beiden Endäste ist folgendes zu sagen:

Der Schnitt beginnt proximal vom Handgelenk, geht über die Gegend des Os pisiforme und endet distal von diesem. Nach Spaltung der Faszie wird der Rand des Flexor carpi ulnaris freigelegt. Hat man die tiefe Lamelle des Ligamentum carpi volare commune durchschnitten, so kommt man auf die Gefäße und auf die Gegend, in der der N. ulnaris in den R. superficialis und profundus zerfällt. Diese Stelle liegt in Höhe des Os pisiforme oder etwas distal von demselben. Von den zwei Bündeln erscheint das eine dickere als direkte Fortsetzung des N. ulnaris; das ist der sensible R. superficialis. Der schwächere, dorsal gelegene Anteil ist der so überaus wichtige R. profundus. Das sensible Bündel deckt häufig den Profundus, so daß man bisweilen den sensiblen volaren Teil anheben und radialwärts verziehen muß, um den R. profundus zu Gesicht zu bekommen.

Unsere Befunde entsprechen den Bildern, wie sie von RAUBER-KOPSCH und ferner von FROHSE, BARDELEBEN, HAECKEL gegeben werden, nicht aber denen von STOFFEL.

Die wichtige Bahn für die Interossei verläuft am Vorderarm dorsal, wie es auch STOFFEL angibt.

#### e) Zur operativen Freilegung des N. ischiadicus.

Im Bereiche des Oberschenkels bietet das Aufsuchen des N. ischiadicus keinerlei Schwierigkeiten. Dicht unter dem großen Hüftmuskel ist er nur von der Fascia lata bedeckt. Seine Lage entspricht hier der Mitte einer Linie, welche von dem Tuber ischii zur Spitze des Trochanter major gezogen wird. Nach Durchtrennung der Faszie wird der Bizeps sichtbar; dieser Muskel braucht nur etwas median verzogen zu werden. Auch für die Freilegung des N. ischiadicus weiter abwärts am Oberschenkel, für die Freilegung des N. tibialis in der Kniekehle oder des N. peroneus am Köpfchen der Fibula ist den üblichen Beschreibungen in anatomischen Lehrbüchern kaum etwas hinzuzufügen. Die Kriegschirurgen werden bei Verletzungen dieser Gegenden kaum auf besondere anatomische Schwierigkeiten stoßen. Anders liegen die Dinge an dem Teil des N. ischiadicus, welcher unter dem Glutäus gelegen ist (Abb. 307). Die Schußverletzungen dieses Abschnittes sind häufig; Eingriffe an ihm wurden während des Friedens nur sehr selten ausgeführt, so daß nur wenige Chirurgen mit den topographisch-anatomischen Verhältnissen im subglutealen Abschnitte des N. ischiadicus vertraut waren; für ihn scheint eine besondere Besprechung notwendig. Nach CORNING bedient man sich zur Feststellung der Lage der Gefäße und Nerven bei ihrem Austritt aus dem Becken dreier Punkte: des Spina iliaca posterior superior, des Tuber ischii und der



Spitze des Trochanter major. Zieht man eine Linie von der Spina iliaca posterior superior zur Spitze des Trochanter major und eine zweite Linie von der Spina iliaca posterior superior zum lateralen Umfang des Tuber ischii, so berührt die erste Linie die Incisura ischiadica major an der Austrittsstelle der Arteria glutaica superior, die zweite Linie schneidet die Incisura ischiadica major unterhalb des Musculus piriformis an der Austrittsstelle der Arteria glutaica inferior.

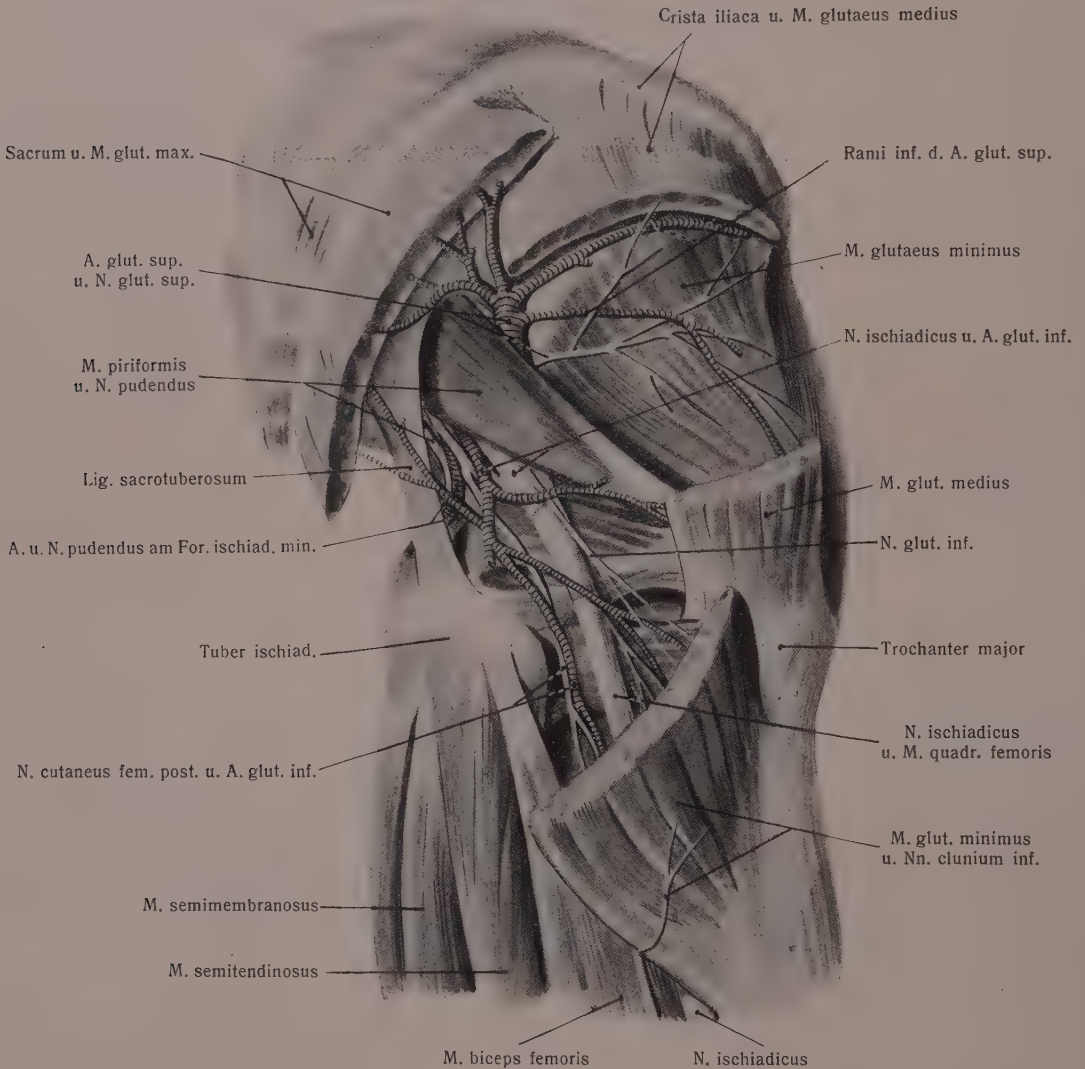


Abb. 307. Topographie der Glutäalgegend rechterseits (CORNING).

Die Arteria glutaica superior wird gefunden durch einen Schnitt, welcher den oberen zwei Dritteln der Spina-Trochanter-Linie entspricht; ist der Glutaicus maximus durchtrennt und der hintere Rand des Medius nach vorn gezogen, so kommt man auf die Lücke oberhalb des Piriformis, durch welche die Arteria glutaica superior mit dem gleichnamigen Nerven austritt. Die Stelle liegt an der Grenze des oberen Drittels gegen das mittlere Drittel der Orientierungslinie.

Die Arteria glutaica inferior tritt nach CORNING etwas unterhalb der Mitte der Spina tubere ischii in die Glutäalgegend ein; wird der Glutaicus maximus hier parallel mit seiner Faserrichtung durchtrennt, so trifft man auf die Arteria glutaica inferior. Der Stamm des Nervus ischiadicus liegt von den durch die untere Abteilung des Foramen ischiadicum majus austretenden Gebilden am meisten lateral und verläuft zwischen dem Musculus obturator internus und Quadratus femoris

einerseits und dem Glutaeus maximus andererseits, von dem letzteren bedeckt distal zum hinteren Umfang des Oberschenkels (CORNING<sup>12</sup>).

Ist der Nervus ischiadicus hinter dem Glutäus verletzt, so kann man, wenn sich die Verletzungsstelle nahe dem unteren Rande befindet, unbeschadet die Fasern des Glutaeus maximus etwas einschneiden. Wenn aber die Verletzung höher oben oder wenn sie in der Nähe des Foramen ischiadicum gelegen ist, dann ist die Durchschneidung der Muskelfasern quer oder schräg zu ihrem Verlauf unzweckmäßig, sie schafft große stark blutende Muskelwunden, sie verletzt die den Muskel versorgenden Nerven (den Nervus glutaeus inferior) und erzeugt bestenfalls nach der Heilung eine unangenehme, tief eingezogene Muskelnarbe. Deshalb ist es zu begrüßen, daß sich mehrere Autoren fast gleichzeitig und unabhängig voneinander den Gedanken der Desinsertion nutzbar gemacht haben und damit Operationsmethoden schufen, die beide Bedingungen, nämlich die Schonung der Muskulatur und der sie versorgenden Nerven einerseits und die übersichtliche Freilegung des Operationsgebietes andererseits schaffen. GULEKE<sup>13</sup>), KÖNIG<sup>14</sup>) und ISELIN<sup>15</sup>) haben gute und zweckmäßige Methoden ausgearbeitet. GULEKE hat den Glutaeus maximus durch Bogenschnitt freigelegt, in seinem sehnigen Ansatzteil am Trochanter major abgelöst und den Muskel von unten nach oben geklappt.

FRITZ KÖNIG hält es für zweckmäßiger, den Muskel nach unten zu klappen. Sein Schnitt entspricht im ersten Teil dem Schnitt zur Unterbindung der Glutäalarterien, wendet sich dann hakenförmig hinter dem Trochanter major abwärts; nahe am Trochanter wird der Ansatz des Glutaeus maximus unter Durchschneidung seiner breiten Sehnenplatte abgetrennt und der so entstandene Winkellappen nach abwärts geschlagen, so daß man den Nerven bequem von seiner Austrittsstelle bis an den unteren Glutäalrand oder noch weiter abwärts freilegen kann. Der Schnitt vom Trochanter gegen die Spina posterior superior verläuft zwischen dem oberen und unteren Ast des den Glutaeus maximus versorgenden Nervus glutaeus inferior; wenn man nicht über das Foramen infrapiriforme nach rückwärts geht, so erreicht man die Teilungsstelle des Nerven nicht.

ISELIN klappt den großen Gesäßmuskel, wie aus dem beigefügten Bilde ersichtlich ist, nach innen um (Abb. 308). Er umschneidet einen großen Weichteillappen, der aus Haut, Fett und Muskel besteht, führt den Schnitt nach unten durch die Glutäalfalte bis zur Mitte des Oberschenkels, am letzteren dem Verlauf des Ischiadikus entsprechend. Er geht sofort auf die Sehne des Glutäus hinter dem Trochanter ein, durchtrennt sie, macht dann von hier aus sowohl nach oben als nach unten den Muskel frei und legt ihn nach innen um. Gefäße und Nerven werden vollkommen geschont.

Ich habe gelegentlich meiner Operationen alle drei Methoden angewendet, alle drei führten zum Ziel und können empfohlen werden. Gelegentlich wird die Aufklappung von unten zweckmäßig sein, in anderen Fällen bei höher gelegener Verletzung die von oben oder nach innen. Beim Umklappen des Muskels muß jedenfalls vorsichtig verfahren werden, damit Arterien und Muskelnerven nicht verletzt werden. HOFMANN<sup>16</sup>) geht in ähnlicher Weise wie KÖNIG, ISELIN vor, er durchtrennt ebenfalls den Glutäus beim Übergang in die breite Sehnenplatte von oben und lateral, und klappt ihn dann türflügelartig nach unten um.

HEILE<sup>17</sup>) beginnt einen Schnitt zwei Querfinger unterhalb der Spina iliaca posterior und endet zwei Querfinger unterhalb des Trochanter. Der Schnitt geht dem Faserverlauf des Glutaeus maximus parallel, die Muskeln werden stumpf durchtrennt und beiseite geschoben. Sollte der Schnitt nicht genügend klaren Überblick verschaffen, dann wird er hinter den Trochanter senkrecht nach abwärts geführt und die Fascia lata gespalten. Es handelt sich also eigentlich um eine Halbierung des Glutaeus maximus mit Desinsertion seiner unteren Hälfte vom Trochanter und der Fascia lata. Mir scheinen die vorher erwähnten Methoden der Desinsertion des ganzen Muskels einen besseren Überblick über das Operationsfeld zu geben und auch die Schonung der Nervenbahnen besser zu gewährleisten.

Auch für die Freilegung des N. tibialis unterhalb der Kniekehle hat HEILE noch einen besonderen Vorschlag gemacht. Man bekomme eine besonders gute Übersicht über diese Gegend, wenn der Gastrocnemius in seinem sehnigen medialen Ansatzstück quer durchtrennt und zurückgeklappt wird und hiernach der Soleus in seinem breiten Ansatz an die Tibia temporär durchschnitten wird. Nach Naht der Muskeln sollen funktionelle Störungen nicht zurückbleiben. Wir sind zur Freilegung des N. tibialis mit der für die Unterbindung der A. tibialis allgemein beliebten Schnittführung in der Regel gut ausgekommen.

Der Anteil des Nervus peroneus läßt sich von dem des Ischiadikus hoch hinauf

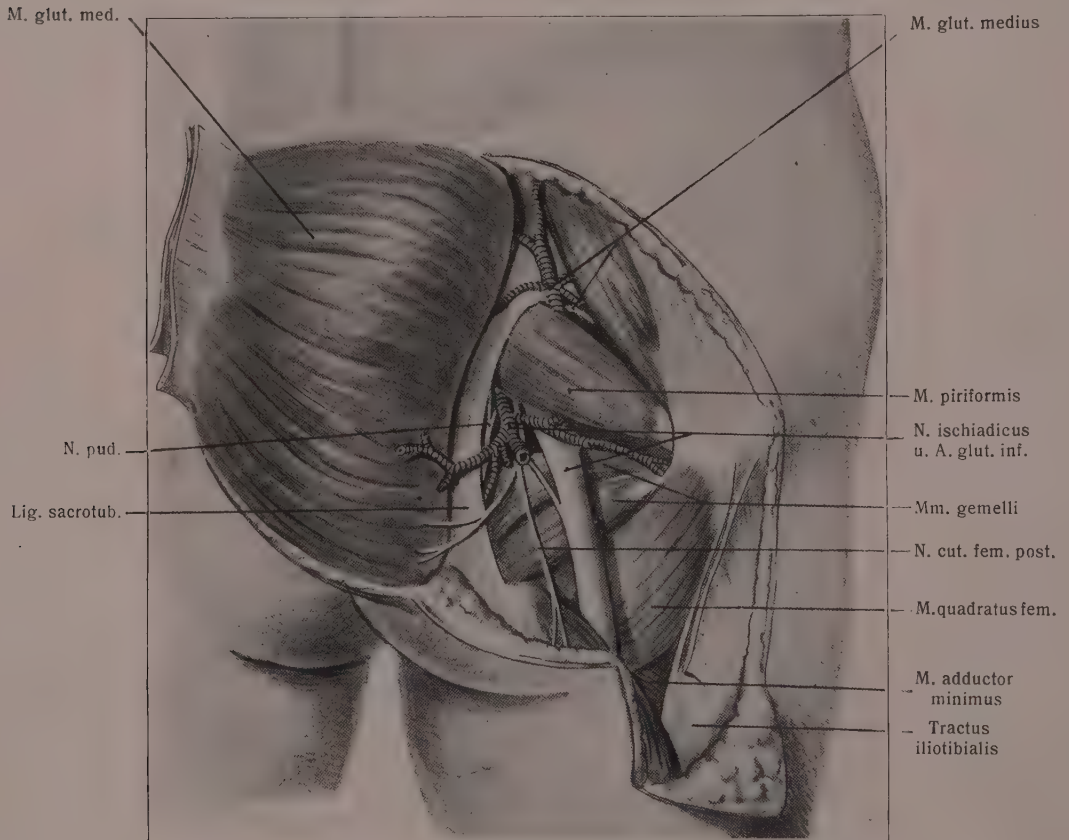


Abb. 308. Anatomisches Bild nach Aufklappung des großen Gesäßmuskels (ISELIN).

(Für die anatomischen Einzelheiten wurde Bild 136 des Atlas von v. Bardeleben, Haeckel und Frohse benutzt.)

bis unter den Glutäus mit dem Messer trennen, so daß eine partielle Resektion sowohl des einen wie des anderen Anteiles auch da möglich ist, wo die beiden Nerven im Stamm noch zusammen verlaufen. Es ist selbstverständlich, daß diese partiellen Resektionen, wo das möglich ist, stets unter Kontrolle des elektrischen Reizapparates vorgenommen werden müssen.

Über die innere Topographie des Nervus ischiadicus habe ich eigene Untersuchungen nicht ausgeführt und verweise infolgedessen auf die anatomischen und klinischen Untersuchungen STOFFELS (s. Lehrbuch von VULPIUS und STOFFEL).

Als die wichtigsten Resultate für den Nervus tibialis hebe ich nach STOFFELS Untersuchungen hervor, daß die Bahn für den Flexor hallucis longus rein lateral, die des Tibialis posticus ventrolateral und die des Flexor digitorum longus ventromedial verlaufen. Die Muskelnerven für die Gastrocnemiusköpfe und die dorsalen Teile des Soleus sammeln sich nach STOFFEL gemeinsam mit dem



Nervus cutaneus surae-medialis zu einer einzigen Bahn, welche die Rückseite des Nerven einnimmt, sie läßt sich bis zum proximalen Drittel, bisweilen bis zur Gesäßhälfte verfolgen. Für die ventrale Portion des Soleus geht in der Kniekehle ein Ast vom Nervus tibialis ab, der im Stamm dorso-lateral oder rein lateral verläuft.

Die Nerven für das Caput longum des Bizeps, für die Musculi semitendinosus, semimembranosus und für die dorsalen Teile des Adductor magnus legen sich der medialen Seite des Tibialis an und bilden in der Höhe des unteren Randes des Glutaeus maximus eine gemeinsame Bahn, die den medialen und den medioventralen Bezirk des Nerven ausmacht.

Über den Nervus peroneus ist nach STOFFELS Untersuchungen folgendes zu sagen (Abb. 309):

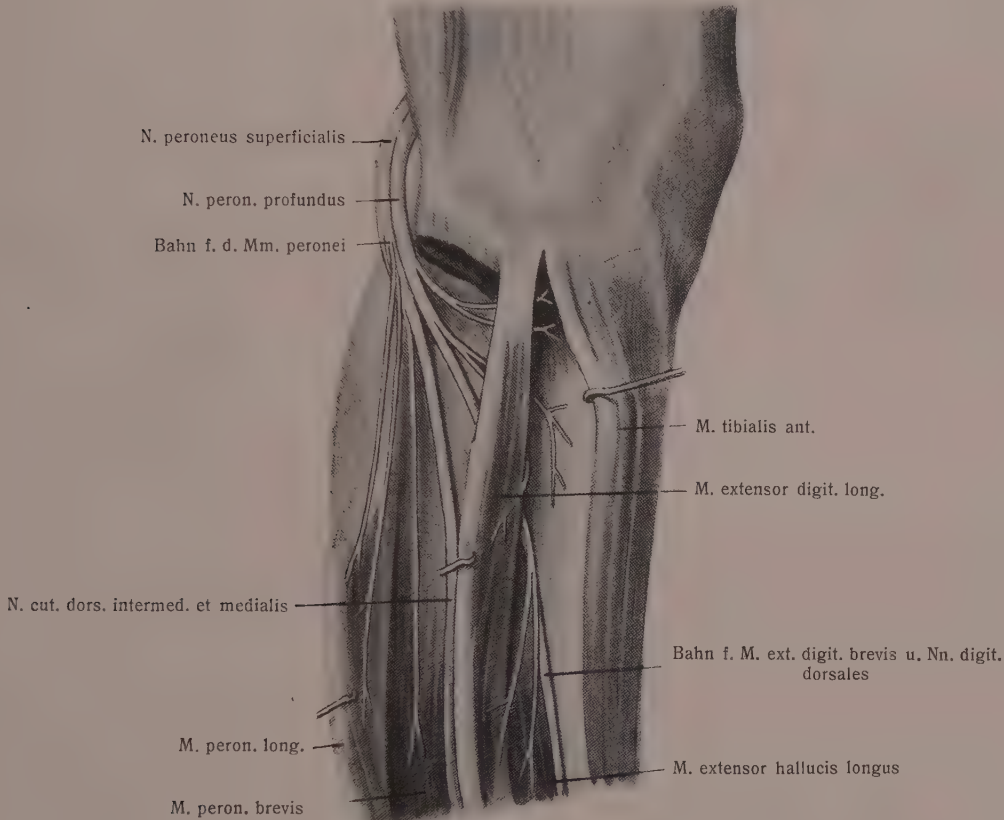


Abb. 309. Nn. peronei superficialis et profundus in ihre Zweige aufgesplittert.

Man sieht, wie der N. peron. „communis“ in den N. peron. superficialis und den N. peron. profundus zerfällt.

Im N. peron. superficialis liegt die Bahn für die Mm. peronei dorsomedial. Zwei Drittel dieses Nerven sind sensible Fasern (Stoffel).

Der Nervus peroneus superficialis und der Profundus lassen sich bis zum proximalen Drittel des Oberschenkels in ihre beiden Komponenten zerlegen.

Am Superficialis sind 2 Bahnen zu unterscheiden: die motorische für die beiden Musculi peronei, die nach der Kniekehle zu liegt und etwa  $\frac{1}{3}$  des Nerven einnimmt, und die sensible, die den Rest des Nerven ausmacht.

Der Nervus peroneus profundus zeigt eine deutlich abgegrenzte Portion, die dem Bizeps direkt anliegt und einen Teil der Bahnen für den Tibialis anticus darstellt. Neben ihr liegen die Bahnen für die Extensores digitorum et hallucis longi, während die sensible Bahn an den Peroneus superficialis angrenzt.

Der starke Nervus cutaneus surae-lateralis liegt an der medialen und auch etwas an der dorsalen Seite des Nervus peroneus superficialis und kann sehr weit nach proximal isoliert werden.

Er markiert, wie STOFFEL angibt, von der Mitte des Oberschenkels bis zum Plexus herauf die Grenze zwischen Nervus tibialis und Nervus peroneus.

Wir wollen nicht verschweigen, daß HEINEMANN<sup>18)</sup> bei seinen Aufsplitterungsversuchen zu wesentlich anderen Ergebnissen gekommen ist als STOFFEL. Nach seinen Auffaserungsversuchen zeigte der Tibialisanteil des N. ischiadicus ein wahrhaft labyrinthisches Gewirr von quer- und längsverlaufenden Faserbündeln, so daß es ihm nicht möglich war, irgendeines durch die ganze Länge des Nerven hindurch zu verfolgen. Die Seitenäste verliefen innerhalb der Nervenscheide eine Strecke selbständig, ehe sie in das Geflecht übergingen. Nach HEINEMANN'S Untersuchungen vereinigen sich „die beiden Seitenäste des N. peroneus zu einem Geflecht, welches weiter oben ziemlich weitmaschig wird. Keiner der beiden Äste kann zentralwärts weiter verfolgt werden, da sich beide im Geflecht auflösen“.

Der N. suralis ließ sich ungewöhnlich weit, wohl über die halbe Nervenlänge hin, innerhalb der Scheide verfolgen, ohne Anastomosen einzugehen.

#### Literatur.

<sup>1)</sup> REICH, Bruns Beitr. Bd. 96 H. 1. — <sup>2)</sup> HEILE, Bruns Beitr. Bd. 108. — <sup>3)</sup> THÖLE, Bruns Beitr. Bd. 98. — <sup>4)</sup> ISELIN, Bruns Beitr. Bd. 107. — <sup>5)</sup> LEXER, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 135. — <sup>6)</sup> FRÄNKEL und FROHSE, Die Muskeln des menschlichen Armes. — <sup>7)</sup> DRÜHNER, D. Med. W. 1917 Nr. 5. — <sup>8)</sup> HEILE, Bruns Beitr. Bd. 108. — <sup>9)</sup> RANSCHBURG, D. Med. W. 1916 S. 1546. — <sup>10)</sup> LÖWENSTEIN, M. Med. W. 1916 Nr. 39. — <sup>11)</sup> Bruns Beitr. Bd. 107 H. 5. — <sup>12)</sup> CORNING, Lehrbuch der topographischen Anatomie. — <sup>13)</sup> GULEKE, Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 32. — <sup>14)</sup> KÖNIG, Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 32. — <sup>15)</sup> ISELIN, Bruns Beitr. Bd. 107. — <sup>16)</sup> HOFMANN, Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 8. — <sup>17)</sup> HEILE, Bruns Beitr. Bd. 108 S. 91. — <sup>18)</sup> HEINEMANN, Arch. f. klin. Chir. Bd. 108 H. 1 u. 8 und Bd. 109 S. 121.

## 9. Ausführung der Nervennaht.

Von Prof. Dr. GEORG PERTHES.

Mit 14 Abbildungen im Text.

### a) Biologische Grundlage.

Wenn wir bei der Beurteilung der zahlreichen Vorschläge, die auf dem Gebiete der Nervennaht und der Überbrückung von Nervendefekten gemacht worden sind, festen Boden unter den Füßen haben wollen, so ist es notwendig, einige Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung zugrunde zu legen.

Jede Durchtrennung eines Nerven hat nicht nur eine typische Degeneration sämtlicher Nervenfasern des peripheren Abschnitts zur Folge, sondern es beteiligt sich auch der proximale Teil mit seinem der Verletzungsstelle angrenzenden Abschnitte an der Degeneration. Die Degeneration des proximalen Nerventeiles reicht beim Abschluß des Nerven wesentlich höher hinauf als bei einer Durchschneidung (SPIELMEYER, BIELSCHOWSKY).

Auch in Nervenfasern, welche vom Schuß nicht durchtrennt und vom Geschoß nicht direkt getroffen sind, kann es durch eine von dem Geschoß auf den benachbarten Nerven ausgehende Seitenwirkung<sup>1)</sup> bei anatomisch erhaltener Kontinuität der Nervenfasern zur Leitungsunterbrechung und zur typischen Degeneration des peripheren Abschnittes kommen.

Bei der Wiedererholung eines durchtrennten Nervenstammes bildet sich an der Vereinigungsstelle der Nervenstümpfe eine Narbe, welche von regenerierten Nervenfasern durchwachsen wird. Die Regeneration setzt sich aus zwei prinzipiell verschiedenen Anteilen zusammen: Dem Aussprossen der spontanen Achsenfasern und dem Vorsprossen der bindegewebigen Elemente der Nervenfasern, der Schwannschen Zellen. „Dem Durchwachsungsprozeß der Narben mit jungen Leitungsfäden geht eine Besprossung mit spezifischen Zellelementen voraus. Zum mindesten ein großer Teil der neugebildeten Leitungsfäden rückt erst auf dem von jenen vorgezeichneten Wege nach“ (BIELSCHOWSKY). Daß die Schwannschen Zellen des peripheren Nervenabschnittes bei seiner Neurotisation einen wesentlichen, wenn auch

im einzelnen noch nicht völlig geklärten Anteil haben, ist sicher festgestellt (SPIELMEYER<sup>2</sup>, BIELSCHOWSKY<sup>3</sup>, BERBLINGER<sup>4</sup>). Die Bildung der Achsenfasern, welche die von den Schwannschen Zellen bei der Degeneration erzeugten „Bandfasern“ als Leitrohre benutzen, erfolgt nur von dem zentralen Abschnitte aus. Eine autogene Regeneration der Achsenfasern im peripheren Abschnitte gibt es beim erwachsenen Menschen nicht.

Die Nervenfasern, welche die zwischen den Nervenstümpfen entstehende Narbe durchwachsen, bilden hier ein wirres Geflecht. Auch bei günstigen Verhältnissen heilen nicht die zusammengehörenden Teile der einzeln getrennten Fasern jeweilig wieder zusammen. Es bedingt deshalb jede Nervendurchtrennung auch bei bester Regeneration eine völlige Umwälzung der Beziehungen zwischen Zentralorgan und Endapparaten.

Infolge dichotomischer Teilung der aussprossenden Achsenfasern entsteht ein enormer Überschuß regenerierter Fasern. Nur dadurch ist es möglich, daß bei einem gemischten Nerven zwar nicht die einzelnen zusammengehörenden Elemente sich wiederfinden, wohl aber die entsprechenden Fasersysteme ihre Wiedervereinigung vollziehen können.

Von den aussprossenden motorischen Fasern des proximalen Abschnittes erreicht infolge des Überschusses ihrer Zahl — nach dem Prinzip der Schrotflinte (BIELSCHOWSKY) — wenigstens ein Teil der motorischen Leitbahnen des peripheren Abschnittes und im weiteren Verlaufe die Muskelfasern. Motorische Fasern, welche in sensible Bahnen eingedrungen sind, können diese nicht mehr verlassen und sind verloren. Das gleiche gilt natürlich von dem sensiblen Anteil des gemischten Nerven.

Die regenerierten Nervenfasern machen Ausreifungsvorgänge durch, welche anatomisch hauptsächlich in Zunahme der Markscheidendicke, physiologisch in allmählicher Zunahme der elektrischen Erregbarkeit (PERTHES<sup>5</sup>), und Zunahme der Leitfähigkeit bestehen. Es ist anzunehmen, daß, während diese Ausreifung in den funktionell wertvollen Faserverbindungen statthat, die überschüssig angelegten, verirrt und funktionell wertlosen zugrunde gehen. So spielt sich ähnlich wie beim Knochenkallus eine Transformation in der Nervennarbe ab. Gleichzeitig vollzieht sich eine Anpassung der Zentralregierung an die veränderten Beziehungen zu den Unterorganen.

Alles in allem: die Funktionswiederkehr nach der Nervennaht erfordert mannigfache und höchst komplizierte Vorgänge, die weit über die anatomisch feststellbare Verheilung der Nervenstümpfe hinausgehen.

Die degenerative Atrophie, welcher die quergestreiften Muskelfasern nach Durchtrennung des zugehörigen Nerven verfallen, entwickelt sich wesentlich langsamer als die Degeneration des durchtrennten Nerven selbst (PERTHES<sup>6</sup>). Noch im zweiten Jahre nach der Durchtrennung des Nerven findet sich die Mehrzahl der Muskelemente einfach atrophisch verschmälert, aber mit gut erhaltener Querstreifung ohne Zerfall und Verfettung. Nur ein kleiner Teil der Fasern zeigt Degeneration. Auch weist die Muskelatur weit über das Ende des ersten Jahres hinaus Reaktionsfähigkeit bei faradischer Reizung auf, wenn diese direkt am freigelegten Muskel appliziert wird. Diese Verhältnisse sind für die Möglichkeit einer erfolgreichen Nervennaht zu einem späten Termin von erheblicher Bedeutung.

#### b) Narkose? Blutleere?

Die Nervennaht wird wie die anderen Nervenoperationen in der Regel in Narkose ausgeführt.

Die Plexusanästhesie nach KULENKAMPFF gibt allerdings für die Nerven der oberen Extremität die Möglichkeit, die Narkose zu umgehen. Auch haben wir ausnahmsweise, wo die Prüfung der Sensibilität während der Operation wünschenswert war, Nerven mit örtlicher Umspritzung freigelegt und konnten, während die Leitung des Nervenstammes selbst zunächst noch nicht unterbrochen war, an dem Nerven ohne nennenswerte Schmerzempfindung mit schwachem faradischem Strom die Sensibilität prüfen. Es ist also sicher möglich, einen bestimmten Nerven schmerzlos



freizulegen und ihn dann durch endoneurale Novokaineinspritzung außer Funktion zu setzen. Im allgemeinen aber wird das psychische Verhalten des Nervenschußverletzten, sowie der Umstand, daß zu guter Übersicht sehr weit freigelegt werden muß, und daß sich vor Beginn der Operation nicht genau bestimmen läßt, wie weit man zu gehen hat, dazu veranlassen, der Narkose den Vorzug zu geben.

Die Frage, ob mit oder ohne Blutleere operiert werden soll, ist mehrfach erörtert worden<sup>7)</sup>.

Zweifelloos erleichtert die Blutleere das manchmal schwierige Auffinden des Nerven in der Narbe. Sie ermöglicht eine exaktere Klarstellung der Verhältnisse und bringt erhebliche Zeitersparnis, denn die Narben, welche den durchschossenen Nerven umgeben, sind oft sehr reich an kleinen Gefäßen, besonders, wenn sie durch die Narbe klaffend erhalten werden. Die Blutstillung stört den Fortgang der Operation und ist zeitraubend.

Als Nachteil der Blutleere wird mit Recht die reaktive Hyperämie nach Lösung der Blutleerbinde angeführt. Die Ansammlung von Blut, zumal zwischen den genannten Nervenstümpfen, muß vermieden werden. Es ist also jedenfalls notwendig, nach der Freilegung des Nerven und vor Ausführung der Nervennaht selbst, den Blutkreislauf wieder herzustellen und eine exakte Blutstillung auch im Nervenstumpfe meistens mit zeitweisem Hochhalten der Extremität und Kompression vorzunehmen. Auch darf die abschnürende Binde niemals ein Hindernis werden, genügend weit freizulegen. Bei Operationen oberhalb des unteren Oberarmdrittels verzichtet man also am besten aus diesem Grunde von vornherein darauf.

Endlich ist die Gefahr der Drucklähmung zu bedenken. Daß der Schlauch am Arm nicht angewendet werden darf, ist selbstverständlich. Aber auch von zu fester Umschnürung eines mageren Armes mit Gummibinde sah ich vorübergehende Drucklähmung. Die verschiedenen Touren der elastischen Gummibinde müssen deshalb über eine gewisse Strecke des Oberarmes verteilt werden. Nur Erfahrung läßt die richtige Stärke des Zuges bemessen\*).

Unter diesen Einschränkungen aber habe ich von der vorsichtigen Verwendung der Blutleere bei zahlreichen Nervenoperationen Nutzen gehabt. Viele andere, und gerade die schwierigen, Plexusoperationen, Radialisnaht bei gleichzeitiger bestehender Pseudarthrose des Humerus u. a., mußten freilich ohne dieses Hilfsmittel ausgeführt werden. Eine prinzipielle Bedeutung kommt der Frage nicht zu.

### c) Allgemeine Regeln für das Aufsuchen und Freilegen der Nerven.

Die allermeisten Nervenoperationen beginnen als Probefreilegung, denn selbst dann, wenn eine lange Frist zwischen Verletzung und Operation verstrichen ist, kann die klinische Untersuchung nicht mit Bestimmtheit voraussagen, ob der Nerv durchtrennt und zu nähen, ob er in der Kontinuität zu reseziieren, ob er auszulösen ist oder ob kein Befund zu erheben sein wird, der operative Besserung zuläßt. Exakte Klarstellung des anatomischen Befundes ist daher unbedingt notwendig und ausgiebige Freilegung erstes Erfordernis.

Gute Lagerung des Patienten und des Gliedes ist dabei von großem Werte. Sehr nützlich waren uns die beiden in Abb. 310 u. 311 abgebildeten Lagerungsschienen für die obere Extremität.

Die eine, bestehend aus einem 95 cm langen, 10 cm breiten Brett, mit einer an einem Ende anschließenden Platte, ist bereits vor dem Kriege von einem Amerikaner für die Lagerung bei Exstirpation mammae angegeben. Die Platte wird unter den Rücken des Patienten geschoben, der Arm mit einem Bindenzügel am Handgelenk auf dem mit sterilem Tuch umhüllten Arm Brett befestigt. Der Arm ist für Operation in der inneren Bizepsfurche und der Ellenbeuge auf diese Weise viel besser zugänglich, wie bei Lagerung auf einem Tisch.

\*) Der Kompressor von PERTHES, welcher durch Anwendung des dosierten Luftdruckes Drucklähmungen bei der Blutleere mit Sicherheit ausschließt, konnte leider während des Krieges nicht mehr hergestellt werden. Von der Sehrtschen Klemme sah ich eine schwere, von anderer Seite erzeugte Lähmung am Arm.

Der „Lagerungsbügel“ (Abb. 311 S. 358) ist in erster Linie für die Operation am Nervus radialis bestimmt, hat uns aber auch sonst schon bei Operationen am Ellbogengelenk gute Dienste geleistet. Sie besteht aus einer bügelförmigen Eisenschiene, die am Operationstische mit Schrauben zu befestigen ist.

Mit der Länge des Hautschnittes darf nicht gespart werden. THÖLE empfiehlt mit Recht bei oberflächlich gelegenen Nerven, z. B. dem Ulnaris am Ellbogen, den Schnitt so zu führen, daß die Hautnarbe nicht auf dem Nerven und auf die Stelle der Nervennaht zu liegen kommt. Nicht selten muß bei der Freilegung des Nerven der Wunsch, benachbarte Muskeln zu schonen, hinter der dringenden Forderung guter Übersicht und vollkommener Klarstellung des pathologischen Befundes am Nerven zurücktreten.

Eine quere Einkerbung eines Muskelbauches, z. B. des Glutaeus maximus, am unteren Rande zur Freilegung des Ischiadikus, des Caput longum, des Trizeps über dem Radialis ist gestattet und hinterläßt keine schwere Funktionsstörung. Oft aber empfiehlt es sich mehr, den Muskel nahe dem Ansatz abzulösen. Diese schon lange bekannte Methode der temporären Desinsertion von Muskeln (v. LANGENBECK, KOCHER) ist während des Krieges bei Operation von Nervenverletzungen mehrfach in Anwendung gezogen und weiter ausgebaut worden. So wurden von

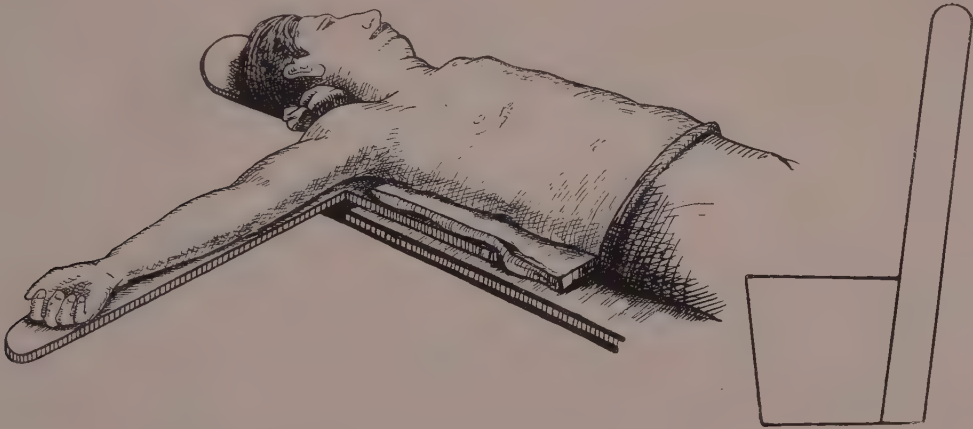


Abb. 310. Lagerungsbrett zur Naht des Medianus und Ulnaris.

GULEKE<sup>8)</sup>, ISELIN<sup>9)</sup> und HEILE<sup>10)</sup> der Pectoralis major und minor nahe ihrer Insertion zur Freilegung des unter der Clavicula gelegenen Teiles, des Plexus axillaris, temporär durchtrennt. GULEKE, F. KÖNIG<sup>11)</sup> und HEILE klappen den an der Tuberositas des Femur abgetrennten unteren Abschnitt des Glutaeus maximus nach außen und unten, um ausgiebigen Zugang zum Ischiadikus zu gewinnen. HEILE machte den Weg zum Radialis an seiner relativ versteckten Durchtrittsstelle hinter dem lateralen Kopf des Trizeps durch temporäre Durchtrennung dieses Kopfes frei, ebenso den Weg zum Tibialis unterhalb der Kniekehle durch analoges Verfahren mit dem medialen Kopfe des Gastrocnemius. Wenn es sich darum handelt, den ganzen Plexus axillaris sichtbar zu machen, darf die Clavicula kein Hindernis bilden. Sie wird nach MADELUNG<sup>12)</sup> schräg durchsägt, nach REICH<sup>13)</sup> ihr Mittelstück temporär reseziert und im Zusammenhang mit dem anhaftenden Pectoralisabschnitt nach unten außen verlagert oder nach LEXER<sup>25)</sup> die am Sternoklavikulargelenk exartikulierte mediale Hälfte des Schlüsselbeines nach außen geklappt.

Man sieht, zu welch mannigfachen Operationsverfahren die Forderung des ausgiebigen Zuganges geführt hat.

Um den gesuchten Nerven zu finden, kann die Palpation wertvolle Anhaltspunkte geben. Schon vor der Operation kann das Neurom am zentralen Stumpfe eines abgeschossenen Nerven durch seine ganz umschriebene Druckempfindlichkeit seine Lage verraten. Man markiert sich dann die Stelle in der Haut durch ein entsprechendes Zeichen mit dem Skalpell oder dem Argentum-nitricum-Stift. Den N. radialis kann man bei mageren Leuten deutlich schon durch die Haut auf dem unteren Humerusabschnitt hin- und herrollen fühlen. Fast ausnahmslos war es mir aber auch

bei fetten und muskelösen Patienten nach dem Hautschnitt bei Palpation in der offenen Wunde möglich, ihn so ohne langes Suchen festzustellen, auch wenn er durchtrennt oder erheblich verlagert war.

Wenn man Narbenbildung im Nerven zu erwarten hat — und das ist immer der Fall, wenn man nicht unmittelbar nach der Verletzung operiert — wird man prinzipiell den verletzten Nerven zunächst in seinem unbeschädigten Abschnitte oberhalb und unterhalb der Läsionsstelle freilegen und erst von da aus ihn in das beschädigte Gebiet hinein verfolgen. Zuweilen wird die Operation erleichtert, wenn man nach HEILE unter dem gelösten Nervenabschnitt einen Zügel aus Billrothbatist oder Gaze durchführt und so das Neurom leicht anhebt. Die noch adhärennten Partien treten dann besser hervor.

Man muß bei dem Aufsuchen des Nerven damit rechnen, daß der Nerv durch

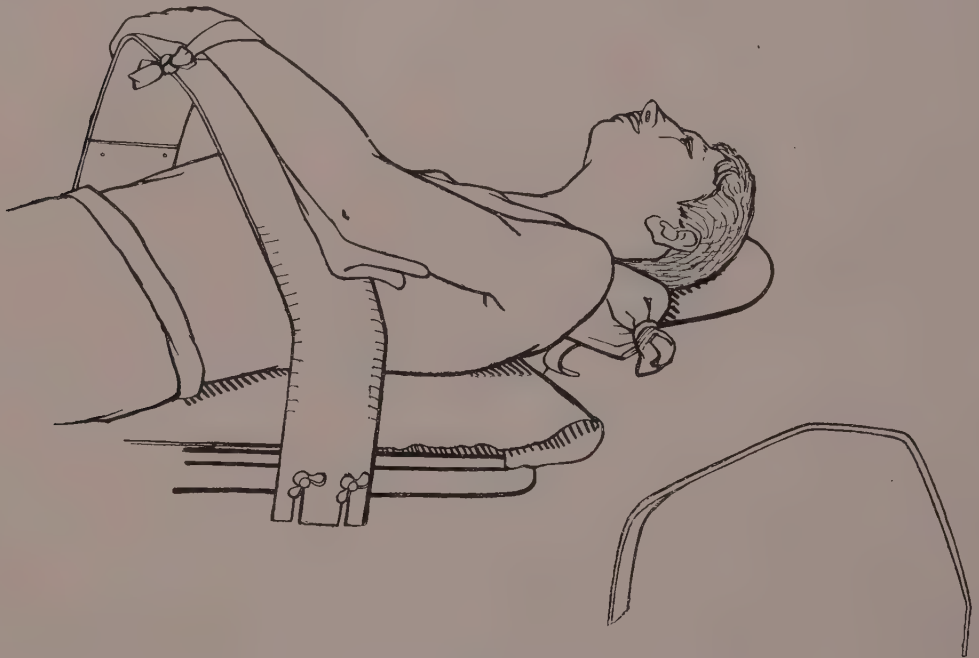


Abb. 311. Lagerungsbügel zur Naht am Radialis.

den Schuß selbst oder durch eine Fraktur erheblich verlagert sein kann. Bei völligem Abschluß reißt der Schuß offenbar die Nervenstümpfe eine Strecke weit mit sich.

Man findet deshalb nicht selten die Stumpfneurome nahe dem Ausschluß durch dichte Narben festgelegt.

Schwierigkeiten ergeben sich zuweilen, wenn mehrere Schußwunden vorliegen und man nicht sicher ist, welcher die Nervenverletzung entspricht. Besonders bei den multiplen Verletzungen durch kleine Granatsplitter oder Minensplitter kommt man in solche Lage. Oft kann wohl die genaue neurologische Untersuchung mit Wahrscheinlichkeit auf die Verletzungsstelle hinweisen. Zuweilen bleibt aber nichts anderes übrig, als den Nerven an mehreren Stellen freizulegen.

Was mit dem Nerven geschehen muß, ob Anfrischung der neuromartig verdickten Stümpfe, Resektion in der Kontinuität mit folgender Naht, ob die Neurolyse auszuführen ist, oder ob es endlich bei der Probefreilegung sein Bewenden haben kann, das ergibt sich erst aus dem Befund, der sich bei der Operation am Nerven darbietet.



d) Bewertung der Befunde am Nerven für die Entscheidung über die Art des Eingriffes.

Wir unterscheiden im wesentlichen übereinstimmend mit THÖLE<sup>15)</sup>, HEILE<sup>16)</sup> u. a. die folgenden Klassen von Befunden, welche ganz verschieden zu beurteilen und zu behandeln sind.

1. Die völlige Durchtrennung des Nervenstammes, der „Abschuß“, kann sich in zwei verschiedenen Formen darstellen, entweder a) enden die beiden Stümpfe mit kolbigen Anschwellungen, die mehr oder weniger weit voneinander entfernt liegen, oder b) die Nerventeile, welche oben und unten nach der Läsionsstelle verfolgt werden, setzen sich in eine dichte diffuse Narbenmasse fort, welche den Defekt am Nerven ausfüllt. In dem einen wie in dem anderen Falle kann an der völligen Unterbrechung des Nervenstammes kein Zweifel sein, die Indikation zur Nervennaht ist ohne weiteres gegeben.

2. Narbe in dem Nerven. Die Kontinuität des Nervenstammes ist wenigstens grob anatomisch erhalten, doch zeigt der Nervenstamm auf umschriebenem Gebiet eine palpable Härte, die auf schwere narbige Veränderungen im Innern hindeutet, meistens auch eine spindelige Anschwellung des Nerven. Die Frage der Resektion so veränderter Nerven bedarf einer besonderen Erörterung, auf die wir unten zurückkommen.

3. Schädigung des Nerven durch Einschnürung oder Druck von außen. Der Nervenstamm läßt sich grob anatomisch verfolgen ohne selbst schwerere Veränderungen aufzuweisen. Es finden sich „Scheidennarben“, die den Nerven einschneiden oder andere Ursachen eines Druckes, Adhäsionen am Knochen, prominierende Fragmente, die gegen den Nerven andrängen, Aneurysmen oder Fremdkörper. Hier ist die „Neurolyse“ oder ein anderer, den Verhältnissen angepaßter Eingriff angezeigt, welcher den Nerven vom Druck befreit. Resektion und Naht kommen nicht in Frage.

4. Der freigelegte Nervenstamm zeigt makroskopisch keine Veränderung. Es handelt sich um eine Fernschädigung oder Kommotionslähmung und es bleibt bei der Probefreilegung.

Für die Entscheidung über die Resektion bietet nur die obengenannte Klasse 2 Schwierigkeit: Erhaltene Kontinuität und schwere Veränderungen am Nervenstamme. Eine Durchsicht unserer Operationsbefunde ergab, daß in unserem Material von Fällen, die mit Nervennaht behandelt worden sind, die völligen Abschnitte weit- aus überwogen. So finden sich bei 53 von uns wegen Schußverletzung ausgeführten Radialisnähten (hierbei sind 13 Fälle mit großem Radialisdefekt, bei denen die Naht durch Knochenresektion ermöglicht wurde, nicht mit berücksichtigt) folgende Verhältnisse:

1. Völlige Unterbrechung der Kontinuität und Diastase der Stümpfe . . . . .	25	} Darunter bestand gleichzeitig Schußfraktur des Humerus bei . . . . .	18
2. Kontinuität des Nerven nur durch zwischengeschaltete Narbe unterhalten	14		} Darunter bestand gleichzeitig Schußfraktur des Humerus bei . . . . .
3. Spindeliges Neurom im Nerven. Resektion aus der Kontinuität . . . . .	14	} Darunter bestand gleichzeitig Schußfraktur des Humerus bei . . . . .	1
	Sa. 53		

Immerhin stellen doch auch die Fälle, bei denen es sich nicht um Anfrischung und Vereinigung der Stümpfe des vom Schuß bereits durchtrennten Nerven, sondern um die Frage der Resektion handelte, einen nicht unbeträchtlichen Prozentsatz dar.

Zur Entscheidung stehen uns außer dem bei der Freilegung erhobenen Inspektions- und Palpationsbefund drei Hilfsmittel zur Verfügung:

die elektrische Reizung des freigelegten Nerven,  
die Aufschwemmung nach v. HOFMEISTER und die  
explorative Inzision in das Innere des Nervenstammes.

### e) Elektrische Reizung des freigelegten Nerven.

Die elektrische Reizung ist in ihrer Bedeutung manchmal entschieden überschätzt worden. Im beschränkten Gebiete aber leistet sie sehr Nützliches.

Da der galvanische Strom dem freigelegten Nerven durch Elektrolyse schaden kann, bedienen wir uns zur elektrischen Reizung nur des faradischen Stromes, den wir einem kleinen Induktionsapparate entnehmen\*). Die Stromquelle muß so eingerichtet sein, daß sie auch schwächste, auf der eigenen Zunge nur noch andeutungsweise fühlbare Ströme liefert. Es empfiehlt sich, wenn etwa ein bestimmter Nervenast zu identifizieren ist, die schwächste Intensität zu verwenden, die einen positiven Reizerfolg gibt, da mit stärkeren Intensitäten Stromschleifen, welche andere Nervenäste erregen, auch dann nicht ausgeschlossen sind, wenn die Reizung mit der dem Nerven unmittelbar anliegenden bipolaren Elektrode erfolgt. Doch sollte auch ein kräftiger elektrischer Strom zur Verfügung stehen, wenn es sich darum handelt, festzustellen, ob ein Nerv überhaupt noch Reaktion gibt. Ein freigelegter normaler Nerv reagiert auf Intensitäten, die an der menschlichen Zunge nicht mehr wahrgenommen werden können; der in Narbenschleife eingebettete aber verlangt starken Strom, da eine schwierige Narbe einen sehr beträchtlichen Leitungswiderstand darstellt und nur einen sehr kleinen Anteil des Stromes zum Nerven hindurchläßt.

Da der Operateur selbst den Strom in jedem beliebigen Momente sofort einschalten können muß, so befindet sich an dem Induktorium ein Fußkontakt, mit dessen Hilfe der Fuß des Operateurs den primären Stromkreis schließt. Die bipolare Elektrode ist auskochbar. Sie besteht aus zwei dicken Drähten mit kleinem Knopf und Klemmschraube am anderen Ende. Diese liegen zwischen zwei Fiberplatten, in Nuten eingeklemmt, etwas gegeneinander konvergierend. Durch Vor- und Zurückschieben des kleinen Zwischenstückes kann man dann die beiden Pole auf verschiedene Distanz von 1–6 mm einstellen, was bei Reizung von Nerven verschiedener Dicke wünschenswert ist. Die an die Elektrode mittels Klemmschraube angeschlossenen Kabel des Induktors werden zusammen in einer sterilisierten Hülle (Trikotschlauchbinde) eingeschlossen, so daß der Operateur die Elektrode ohne Gefährdung der Asepsis zur Hand nehmen kann.

Für die Verwendung der intraoperativen elektrischen Reizung ist Klarheit darüber notwendig, was es zu bedeuten hat, wenn der Nerv auf den Reiz mit Muskelzuckung antwortet. In der Literatur finde ich ein positives Reizergebnis immer in dem Sinne gedeutet, daß der Nerv oder das betreffende Kabel seine Reizbarkeit „noch behalten“ hat. Diese Anschauung ist natürlich zutreffend, wenn es sich um einen Ast des Nerven handelt, der ganz außerhalb des eigentlichen Schußbereiches geblieben ist. Für die Erkenntnis des Verlaufes solcher unbeschädigt gebliebener, oberhalb der Verletzungsstelle abgehender Seitenäste, die dann meistens schon durch die klinische Untersuchung vor der Operation als intakt nachgewiesen sind — z. B. Trizepsast bei Radialisabschuß — ist die elektrische Reizung von großem Nutzen. Für die intraoperative Reizung durch den Schuß gelähmter Nerven aber ist die Deutung, daß es sich um Fasern mit erhalten gebliebener Erregbarkeit handle, jedenfalls dann unrichtig, wenn die Operation längere Zeit nach der Verletzung erfolgt. Ich kann RANSCHBURG

nicht beistimmen, wenn er berichtet: „Daß die intraoperative Erregbarkeit auch total und dauernd gelähmter Muskeln vom Nerven aus viele Monate, ja auch mehrere Jahre hindurch erhalten bleiben kann, falls der periphere Stumpf mit dem zentralen irgendwie, wenn auch bloß durch eine gänzlich unbedeutende allem äußeren Anscheine nach nervöse Elemente überhaupt nicht enthaltene Narbe manchmal durch einen weichen Fetzen, der vornehmlich membranöse Bindegewebsteile evtl. Muskelsubstanz zu sein scheint, verbunden ist.“

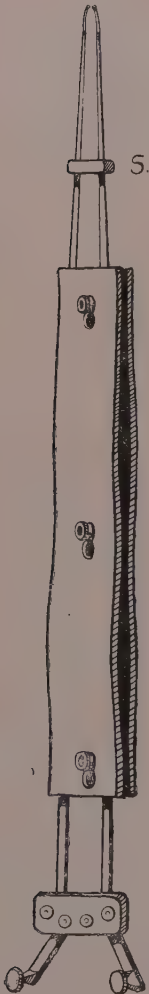


Abb. 312.  
Bipolare  
Elektrode.

\*) Über den von RANSCHBURG u. a. verwendeten sinusoidalen Strom, der von der Lichtleitung mit einem Mikrostaten abgenommen wird, habe ich keine Erfahrung.

Es handelt sich dann, wenn bei Reizung schwer geschädigter Partien des Nerven Muskelzuckung beobachtet wird, nicht um eine erhalten gebliebene, sondern um eine durch Regeneration wiedergewonnene Erregbarkeit. Das ist durch die mikroskopische Untersuchung der durch Resektion von mir gewonnenen Nervenstücke von O. SCHULTZE<sup>17)</sup> nachgewiesen. — Es ergibt sich auch aus der Tatsache, daß die Lähmungen peripherer Nerven durch Schuß, soweit sie nicht in kurzer Zeit nach der Verletzung sich wieder zurückgebildet haben, mit einer Degeneration der geschädigten Fasern einhergehen.<sup>18)</sup> Wenn aber das lange Bestehen einer organisch bedingten Schußlähmung ohne Degeneration der Fasern nicht denkbar ist, so können wir den positiven Erfolg von Reizungen freigelegter Nerven, die lange Zeit durch Schuß gelähmt waren, nur als ein Zeichen im Gang befindlicher Regeneration deuten. Hierzu stimmt, daß positive Reizergebnisse intra operationem vorwiegend an den Fällen beobachtet wurden, bei denen die Verletzung schon lange Zeit zurückliegt.

Das Ergebnis der operativen Reizung kann mit dem der vorausgegangenen neurologischen Untersuchung völlig übereinstimmen. Es kommen aber auch sehr auffallende Differenzen vor, in der Weise, daß wir vor der Operation bei perkutaner Untersuchung völliges Fehlen der faradischen Erregbarkeit nicht selten zusammen mit den übrigen Zeichen der kompletten Entartungsreaktion konstatieren, und doch den freigelegten Nerven bei direkter Anlegung der Elektrode faradisch reizbar finden. Es erklärt sich das aus der Tatsache, daß in Regeneration befindliche Nerven nur auf Ströme weit größerer Stromdichte als normale ansprechen. Allmählich sinkt bei der Ausreifung des regenerierten Nerven die Reizschwelle ab; während die Regeneration noch im Gange ist, reicht die Dichte der Stromfäden, welche bei perkutaner Anwendung des faradischen Stromes den Nerven in der Tiefe treffen, nicht aus, um ihn zu erreichen, während bei direkter Anlegung der Elektrode auch schwächere Ströme die hierzu genügende Dichte geben.

Wenn der untersuchte Nerv völlig unerregbar gefunden wird, so ist das in der Frist, welche für die Inkubationsperiode der Regeneration in Betracht kommt, also wenigstens innerhalb der ersten 6 Monate nach der Verletzung, kein Beweis, daß Funktionswiederherstellung mit Erhaltung des Nerven unmöglich ist.

Fehlende Reizbarkeit gibt noch keine Indikation zur Resektion, denn auch die der Spontanheilung am besten zugänglichen Fälle, in denen die Kontinuität der einzelnen Nervenfasern überhaupt nicht unterbrochen ist, die Fälle von Fernschädigung (Kommotionslähmung) verlaufen in ihren schweren Formen mit Degeneration der Fasern und lassen dementsprechend bis zum Eintritt der Restitution faradische Erregbarkeit am freigelegten Nerven vermissen, so wie sie auch bei neurologischer Untersuchung Entartungsreaktion, und zwar nicht selten komplette Entartungsreaktion, ergeben. Ehe diese Verhältnisse erkannt waren, ist in den ersten Kriegsjahren sicher mancher Nerv auf Grund der fehlenden Reizbarkeit reseziert worden, der mit guter Aussicht auf Heilung hätte erhalten werden können.

Positiver Reizerfolg an einem freigelegten gemischten Nerven, der einige Wochen oder Monate nach der Schußverletzung gelähmt ist, beweist eine im Gang befindliche Regeneration. Wenn der Nerv oberhalb und unterhalb der Läsionsstelle gut anspricht, so darf er nicht reseziert werden. Wenn der Nerv nur peripherwärts, nicht aber zentralwärts von der Läsionsstelle erregbar ist, oder wenn der Reizerfolg im zentralen Abschnitt ein sehr viel geringfügigerer ist, als am peripheren, oder wenn die Zuckungen der Muskeln überhaupt nur sehr schwach ausfallen, so ist die nachgewiesene Reizbarkeit kein Grund, eine Resektion, die nach dem anatomischen Befund geboten erscheint, zu unterlassen. RANSCHBURG führt Mißerfolge, die er bei Nachuntersuchungen festgestellt hat, darauf zurück, daß die Resektion schwer geschädigter und anatomisch schwer veränderter Nerven auf Grund positiver Reizergebnisse von der eben erwähnten Form unterlassen worden war. Ich selbst fand in einer ganzen Reihe von Fällen völlig abgeschossene Nerven, die ganz zweifellos Objekte der Nervennaht sein mußten, in ihrem peripheren Abschnitt, aber nur in diesem, reizbar. Die Narbe, welche zwischen den Nervenstümpfen sich im Laufe



von Monaten gebildet hatte, war in diesen Fällen von den neugebildeten Nervenfasern durchwachsen worden, doch bedingte sie einen so erheblichen Leitungswiderstand, daß der zentralwärts applizierte elektrische Reiz ebensowenig nach der Peripherie hindurchgelassen wurde wie der Willensreiz. In solchem Falle muß also der anatomische bzw. biopsische Befund für die Entscheidung zwischen Resektion oder Erhaltung des Nerven maßgebend sein. Nach RANSCHBURG<sup>19)</sup> ist sogar bei nur am peripheren Teile erhaltener Reizbarkeit „selbst bei extensiv gleichwie intensiv normalstem Verhalten der Zuckungen“ die Resektion unbedingt der Lösung, auch der endoneuralen, vorzuziehen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse, wenn nur ein Teil des Nerven, dieser aber gut anspricht. Dann wird dieser jedenfalls erhalten werden müssen, und es kann bei seiner etwaigen Auslösung zum Verfolgen des reagierenden Kabels die fortgesetzte Kontrolle der Reizbarkeit von großem Werte sein. Ob aber überhaupt bei solcher in umschriebenem Abschnitte nachweisbaren Reizbarkeit ein Eingriff — sei es teilweise Resektion und Naht, sei es Neurolyse — angezeigt ist, das kann nur auf Grund des anatomischen Befundes entschieden werden.

Wenn z. B. bei einer seit 4 Monaten bestehenden Radialislähmung auf Reiz des freigelegten Nerven nur der Brachioradialis und Extensor carpi radialis longus, nicht aber die übrige Radialis-muskulatur mit Zuckung antwortet, so ist es ebensowohl möglich, daß in einem ferngeschädigten, in spontaner Restitution begriffenen Nerven die Regeneration noch nicht weiter als bis zu den genannten Muskeln vorgedrungen ist und eine Wiederherstellung am ganzen Nerven ohne chirurgische Nachhilfe folgen wird, wie auch das andere, daß eine teilweise Zerquetschung in einem Teil des Nerven einen spontanen irreparablen Schaden angerichtet hat. Die Entscheidung muß auf Grund der Palpation, und nötigenfalls der Probeinzision in den Nerven gewonnen werden.

LEWANDOWSKY<sup>20)</sup> hat auch die elektrische Reizung sensibler Nervenfasern bei Operationen ausgenutzt, die in Lokalanästhesie jedoch ohne Unterbrechung des Nervenstammes selbst ausgeführt wurden. Sie diente dann bei erhaltener Kontinuität dazu, die Leitfähigkeit der sensiblen Kabeln nachzuweisen und bei Kontinuitätstrennung zum Aufsuchen des zentralen Stumpfes, wenn dieser schwer auffindbar ist. Das Verfahren hat den großen Nachteil, daß man auf die Angaben des Patienten angewiesen ist. Nur wenige sind imstande, während der Operation brauchbare Angaben über ihre Empfindung zu machen. Wir haben uns im allgemeinen mit der Prüfung des motorischen Verhaltens am narkotisierten Patienten begnügt.

Im Ganzen ist die Anwendbarkeit der elektrischen Reizung beschränkt, nur ein einwandfrei positives, nicht ein negatives Reizergebnis kann verwertet werden.

#### f) Andere Hilfsmittel zur Beurteilung.

v. HOFMEISTER<sup>21)</sup> hat 1915 die Aufschwemmung des Nerven mit der zur Lokalanästhesie gebräuchlichen  $\frac{1}{2}\%$  igen Novocain-suprarenin-Lösung als Hilfsmittel bei Nervenoperation eingeführt. Wenn man aus einer 5-ccm-Rekordspritze mit feiner Kanüle diese Flüssigkeit oder auch physiologische Kochsalzlösung einspritzt, so wird ein normaler Nerv spielend leicht aufgeschwemmt. „Dagegen bietet der neuritisch oder gar narbig veränderte Nerv der Infektion erheblich größeren Widerstand, der so bedeutend werden kann, daß man mit der 5-g-Spritze überhaupt keine Flüssigkeit mehr eintreiben kann und zu Spritzen kleineren Querschnittes greifen muß.“ So kann denn diese Methode zur Erkennung von narbiger Veränderung des Nerven die Inspektion und Palpation in wünschenswerter Weise ergänzen und ist zum Zwecke der Diagnose wohl noch häufiger angewendet worden, als zu prophylaktischen und kurativen Zwecken, die für v. HOFMEISTER bei der Einführung hauptsächlich leitend waren.

Als letztes Mittel, um den Zustand des Nerven zu beurteilen, bleibt die Inzision in den Nerven. Zeigt der in der Längsrichtung von normalen Nervenabschnitten in die Läsionsstelle hinein fortgeführte Schnitt, daß einzelne Kabel gut erhalten durch die veränderte Nervenpartie zu verfolgen sind, dann sind diese auszulösen,

die innere Neurolyse auszuführen. Bestätigt sich aber der Verdacht, daß dichtes Narbengewebe den Nerven erfüllt, so verfällt der Nerv der Resektion. Nicht ganz selten kann in den uns hier beschäftigenden Fällen mit grober anatomisch erhaltener Kontinuität die Resektion auf einen Teil des Nervenstammes beschränkt bleiben.

g) Auslösung des Nerven behufs Naht. Anfrischung der Stümpfe. Resektion.

Vor jeder Nervennaht müssen die Nervenstümpfe oder der zur Resektion bestimmte Nervenabschnitt auf eine gewisse Strecke ausgelöst werden. SPITZY<sup>22)</sup> warnt vor „dem überflüssigen Isolieren der Nerven herauf und herunter, weil man den Nerven von seinen Ernährungsbrücken löst“, und er hat sicher recht mit der Forderung, daß die Auslösung des Nerven nicht weiter getrieben wird, als unbedingt nötig ist. Ganz kann man aber das Isolieren niemals vermeiden, wenn man der wichtigsten Forderung für die Nervennaht genügen will, daß die Nahtvereinigung ohne Spannung erfolgt. Auch lehrte uns die Erfahrung, daß nach weiter Auslösung die angefrischten Stümpfe noch bluten, zumal bei der Anfrischungsfläche des Ischiadikus kann es aus der durchtrennten Art. comes, sowohl am zentralen wie am peripheren Stumpf, auch nach weiter Auslösung, noch in arteriellem Strahle spritzen. Die Blutversorgung der Nervenstämme ist offenbar eine sehr gute und es sind die größeren Nervenstämme Radialis, Medianus, Ulnaris, Ischiadikus sicher nicht nur auf die in der nächsten Nachbarschaft eintretenden Gefäße angewiesen. Daß auch weite Isolierung des Nervenstammes den Erfolg der Nervennaht nicht ausschließt, wird vor allem durch die Erfolge in einigen unserer Fälle bewiesen, in welchen Nahtvereinigung nur nach weitgehender Verlagerung des Nerven möglich war.

Bei der Auslösung darf der Nerv niemals gequetscht werden. Es wird deshalb immer nur das Epineurium mit feinsten Pinzetten gefaßt; oberhalb der Verletzungsstelle abgehende Äste — z. B. der für den Trizeps bestimmte Ast beim N. radialis, die Nerven der Kniegelenksbeuger beim N. ischiadicus — werden sorgsam geschont. Gerade hierfür ist die faradische Reizung in der offenen Operationswunde nützlich, wenn das Herauspräparieren der Seitenäste auf Schwierigkeiten stößt.

Bei der Anfrischung der Stümpfe oder Resektion aus der Kontinuität entsteht das Dilemma, daß einerseits möglichst normale Querschnittsflächen miteinander in Vereinigung kommen sollen, andererseits aber der Defekt auch nicht so groß werden darf, daß die Naht unter Spannung steht. Man macht zunächst mit schärfstem schlanken Messer einen Querschnitt an der palpablen Grenze der harten Nervennarbe und geht, wenn der Querschnitt noch Narbe aufweist, schrittweise weiter, bis man ins Gesunde kommt. Daß man Querschnitte erreicht, die in jeder Hinsicht den normalen gleichen, ist dabei nicht notwendig. Wir haben bei der Nachkontrolle Erfolge von solchen Radialisnähten gesehen, bei denen der Querschnitt noch deutlich ödematös war. Auch die Farbe läßt keinen richtigen Schluß zu. Der Nerv kann sehr wohl grauer aussehen als normal (BIELSCHOWSKY und UNGER<sup>23)</sup>). Entscheidend ist allein die Konsistenzvermehrung, doch sollten auf jeden Fall auf dem Querschnitt die einzelnen Nervenkelch deutlich isoliert erscheinen und etwas über das Niveau der Schnittfläche hervortreten. Kann man die Forderung eines guten Querschnittes und einer spannungslosen Naht nicht beide befriedigen, so lege man das größere Gewicht auf die Möglichkeit einer vollkommenen Nervenvereinigung und sei mit der Anfrischung zurückhaltend, denn alle Methoden der Überbrückung von Nervendefekten sind unsicher.

Bei der Beurteilung der Frage, wie weit man mit der Resektion gehen darf, ohne die Naht zu gefährden, ist die Haltung des Gliedes von großer Bedeutung.

h) Günstigste Gelenkstellung.

Die Möglichkeit, die Nervenstümpfe nach Resektion zu vereinigen, beruht in erster Linie auf der Tatsache, daß in bestimmten Gelenkstellungen der Nerv entspannt ist. In dieser günstigsten Stellung wird das Glied nach Schluß der Operation fixiert.

Wenn die Verheilung zustande gekommen ist, findet beim allmählichen Übergang in ungünstige Gelenkstellung während der Nachbehandlung eine allmähliche Dehnung und Verlängerung des Nerven statt. Als Länge der resezierbaren Strecken, welche allein durch die Gelenkstellung, ohne vorausgegangene Dehnung, auszugleichen sind, ergaben sich mir bei Versuchen an der Leiche die folgenden Maße:

Plexus brachialis, supraklavikulärer Teil: starke Adduktion, Ellbogengelenk vor der Brust wie beim Velpauschen Verband (3 cm);

Radialis in Achselhöhe: Adduktion des Oberarmes, Elevation nach vorn um etwa  $45^{\circ}$  (6 cm), Beugung und Streckung im Ellbogen ohne wesentliche Bedeutung;

Radialis, Grenze des mittleren und unteren Drittels des Humerus: spitzwinklige Beugung im Ellbogen, Adduktion im Schultergelenk, Pro- und Supination ohne wesentliche Bedeutung (5–5,5 cm);

Medianus in Achselhöhe: Adduktion im Schultergelenk. Erhebung des Oberarmes nach vorn, Ellbogenbeugung (7–7,5 cm);

Medianus, Grenze des mittleren und unteren Drittels des Humerus: Adduktion, spitzwinklige Beugung im Ellbogen (5,5–6 cm);

Medianus am Vorderarm: starke Volarflexion der Hand, Supination, Vorderarmbeugung;

Ulnaris in Achselhöhe: Adduktion, Elevation des Oberarmes nach vorn, Ellbogenstreckung (7 cm);

Ulnaris, unmittelbar oberhalb der Kondylen: Streckung im Ellbogen, Adduktion des Oberarmes (3–3,5 cm);

Ulnaris am Vorderarm: starke Volarflexion der Hand, Supination. Vorderarmstreckung;

Femoralis am Oberschenkel: Beugung im Hüftgelenk;

Ischiadikus unterhalb des Tuber ischii: Streckung im Hüftgelenk, rechtwinklige Kniebeugung, Plantarflexion des Fußes (7–8 cm);

Tibialis, unmittelbar oberhalb der Kniekehle: rechtwinklige Kniebeugung, Hüftstreckung, Plantarflexion des Fußes (7 cm);

Peroneus, in Höhe der Kniekehle: rechtwinklige Kniebeugung, Hüftstreckung (6–6,5 cm).

Mit diesen Versuchen finden sich die auf die gleiche Art gewonnenen Ergebnisse von BRANDES und MEYER<sup>24)</sup> in guter Übereinstimmung.

Wie man sieht, erfordert der N. ulnaris die Streckstellung, der N. radialis und der N. medianus die Beugstellung des Ellbogens. Bei gleichzeitiger Verletzung des N. ulnaris und eines der beiden anderen — am häufigsten ist die Kombination von Ulnaris- und Medianusverletzung — stehen sich also diametral entgegengesetzte Forderungen gegenüber. Nur bei sehr geringem Verluste an Nervensubstanz ist es möglich, die widersprechenden Bedürfnisse durch Einhalten einer Mittelstellung während der Operation und dem Verbande zu befriedigen. Bei etwas großer Diastase der Nervenstümpfe ist das beste, den N. ulnaris auf die Beugeseite des Ellbogens zu verlagern (s. unten).

#### i) Technik der Naht.

Ehe man die Anfrischungsflächen der Nervenstümpfe vereinigt muß die Blutung stehen. Ein Hämatom zwischen den Schnittflächen würde ein bedenkliches Hindernis für die auswachsenden Nervenfasern darstellen. Sichtbar blutende Punkte faßt man mit feinsten Gefäßklemmen („Moskitoklemmen“), die wenige Minuten liegen bleiben. Die kleinsten Arterien, die aus dem durchschnittenen Ischiadikus spritzen, werden mit feinstem Material — am besten Gefäßseide — unterbunden oder umstochen. Daß man wartet, bis auch die parenchymatöse Blutung steht, ehe man näht, ist immer zu empfehlen. Ich habe in einigen Fällen von Ischiadikusresektion, um die Schnittflächen unter sicherer Vermeidung des Hämatoms exakt zu vereinigen, zweizeitig operiert, und nach der Anfrischung die Naht auf den nächsten Tag verschoben. Funktionsrückkehr trat aber nicht etwa in diesen Fällen besonders schnell ein.

Ob man mit feinstem Katgut, ganz feiner Seide oder dem zur Darmnaht gebräuchlichen Zwirn näht, hat keine große Bedeutung. Wir haben mit allen drei Arten von Material Erfolge erreicht. Überwiegend wurde Darmnahtzwirn angewendet. Die Anschauung, daß ganz feine Seide als Fremdkörper schädlich sei oder Neuralgien hervorrufen müsse, wurde durch die Nachkontrolle unserer Erfolge sicher widerlegt.



Sehr feine Pinzetten wie bei der Gefäßnaht sind notwendig. Als Nadeln benutzten wir Darmnadeln oder die Nadeln zur Gefäßnaht; die besonderen von SPITZY angegebenen Ringpinzetten (Abb. s. BIER, BRAUN u. KÜMMEL, Chirurg. Operationslehre, 2. Aufl. 1917, S. 196) haben wir nie entbehrt.

Die Naht kann dann, wenn kein nennenswerter Defekt am Nerven besteht und die Schnittflächen von selbst zwanglos aneinander liegen, in einfachster Weise mit feinen Knopfnähten geschehen, die das Epineurium externum fassen. BETHE<sup>25)</sup> empfiehlt auf Grund verschiedener Versuche, die Nervenscheide nicht zu knapp zu fassen, also etwa 3 mm vom Rande entfernt einzusteichen.

Nach HEINEMANNS<sup>26)</sup> Versuchen weichen die Nervenfaserbündel aus, auch wenn man in die Nervensubstanz eindringt, so daß die Gefahr, Nervenkel zu verletzen, nicht groß ist.

Am besten schien uns, zumal dann, wenn die Forderung, daß die Schnittflächen ohne jede Spannung aneinanderliegen sollen, nicht vollkommen oder nur in der günstigsten Gliedstellung erfüllt werden kann, folgendes Verfahren (Abb. 313 u. 314), das, wie ich sehe, auch THÖLE angewendet hat:

An jedem Stumpfe werden 3–5 mm oberhalb des Schnitt-randes je 2 feine Nähte durch das Epineurium externum gelegt. Es wird nur so oberflächlich eingestochen, daß Nervenbündel nicht mitgefaßt werden. Das Epineurium ist mächtig genug, um der Naht Halt zu geben. Nur das eine Fadenende bleibt lang. Die Fadenpaare beider Stümpfe werden miteinander verknüpft. Nachdem die Querschnitte einander gegenüber gestellt sind, kann durch eine Reihe von Knopfnähten (etwa 4 für den N. ulnaris, 10–12 für den N. ischiadicus) die ganz exakte Vereinigung vollzogen werden. Die Knopfnähte dürften der fortlaufenden Naht vorzuziehen sein, da sie leichter das Blut, das aus den Schnittflächen nachsickert, herauslassen.

Wenn man auf Grund des Inspektions- und Palpationsbefundes schon ein sicheres Urteil hat, wohin der Anfrischungsschnitt zu liegen kommt, so empfiehlt es sich, die Haltenähte schon vor der Durchschneidung der Nerven anzulegen.

Man kann dabei den Nerven an dem durch die Anfrischung doch fortfallenden Teile ohne Rücksicht auf die Gefahr der Quetschung wertvoller Fasern fest fassen.

Ein anderes Verfahren, was ebenfalls der Entspannung der Nahtlinie dient, besteht darin, daß aus dem fortfallenden Teil des Nerven bei der Kontinuitätsresektion oder aus beiden endständigen Neuomen je zwei Läppchen ausgespart bleiben, die an jedem der beiden Stümpfe auf der entgegengesetzten Seite als Zügel dienen und auf der Außenfläche des gegenüberliegenden Stumpfes aufgenäht werden (Abb. 315 u. 316). Die Methode ist von WILMS und STOFFEL gleichzeitig empfohlen und auch wir hatten unabhängig den naheliegenden Gedanken schon mit Nutzen angewendet.

Ein guter Erfolg des Verfahrens wurde bei Abschluß des Radialis durch Nachkontrolle festgestellt.

Wo blutende Stellen im Innern des Nervenstammes (Ischiadikus, Radialis) durch Unterbindung oder Umstechung versorgt waren, habe ich immer das eine Fadenende lang gelassen und es mit dem entsprechenden Unterbindungsfaden des gegenüberliegenden Querschnitts verknüpft. So werden die Flächen noch sicherer aneinander gelagert und können nicht durch Nachblutung voneinander getrennt werden.

Von anderen Vorschlägen seien die Umkrepelung einer Epineuriummanschette (THÖLE), die Längsverschiebung einer Epineuriummanschette über die Nahtstelle

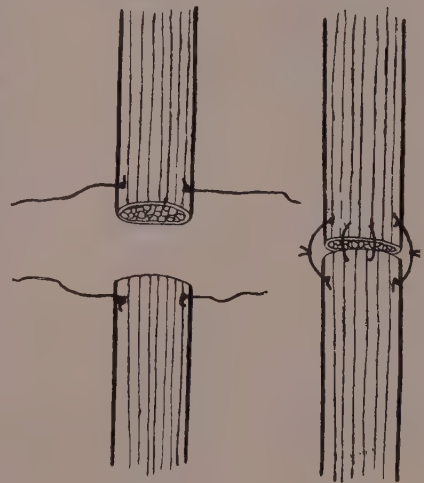


Abb. 313.

Abb. 314.

Abb. 313 u. 314. Nervennaht mit Haltezügeln am Epineurium.

(EDEN<sup>27</sup>), die Vernähung mittels zweier auf die Stümpfe aufgenähten aus Kalbarterien (STOFFEL), die Vernähung mit aufgenähter Faszie (SCHULZE, Duisburg) nur kurz erwähnt, da Erfahrungen über ihre praktischen Anwendungen nicht vorliegen.

Die Naht von v. BRUNS<sup>28</sup>) besteht darin, daß bei sekundärer Ausführung der Naht der die Nervenenden verbindende Narbenstrang in der Längsrichtung gespalten wird. Der so entstehende Längsschlitz wird so auseinander gezogen, daß sich ein Querspalt ergibt, der in dieser queren Richtung vereinigt wird. Die entstehenden Querfalten, welche in sich vernäht werden, tragen wesentlich zur Verstärkung der Nahtstelle bei (Abb. 317 u. 318).

Bei der zweiten Brunsschen Methode (Abb. 319) wird das kolbige zentrale Ende bis in seine normale Substanz hinein in zwei gleiche Hälften gespalten, dann wird das konisch zugespitzte periphere Ende in das gespaltene hineingeschoben und so vernäht.

Das v. Brunssche Verfahren wurde an der Tübinger Klinik bei einer Radialislähmung von SCHLOESSMANN angewendet. Der Nerv fand sich 3½ Monate nach der Verletzung am Knochenadhärent und auf etwa 3 cm von Narben durchsetzt. Durch Längsinzision ließ sich feststellen, daß einzelne Nervenfasern noch ihre Kontinuität behalten hatten. Deshalb Quervereinigung des Längsschlitzes. 1½ Jahre nach der Operation berichtete der Patient brieflich, daß die

Hand im Handgelenk gehoben wird, 1¾ Jahr nach der Operation können auch die Finger wieder gestreckt und der Daumen etwas abgespreizt werden.

Noch interessanter ist ein von v. BRUNS selbst operierter Fall von Radialislähmung durch Oberarmfraktur. Am 30. 7. 04 fand sich der Nerv zwischen die konsolidierten Fragmente im Kallus

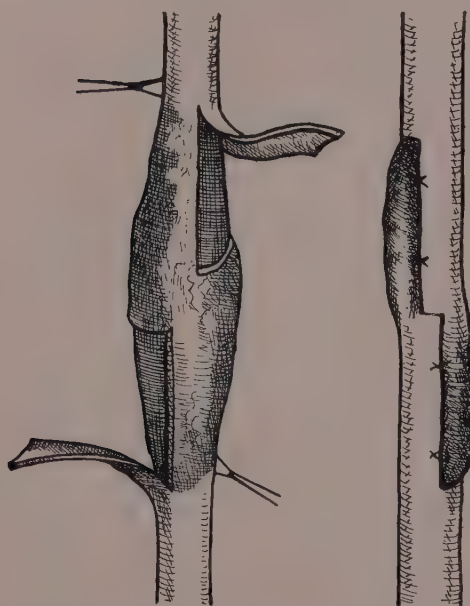


Abb. 315.

Abb. 316.

Abb. 315 u. 316. Nerven-naht mit Bildung von Lappchen als Haltezügel.

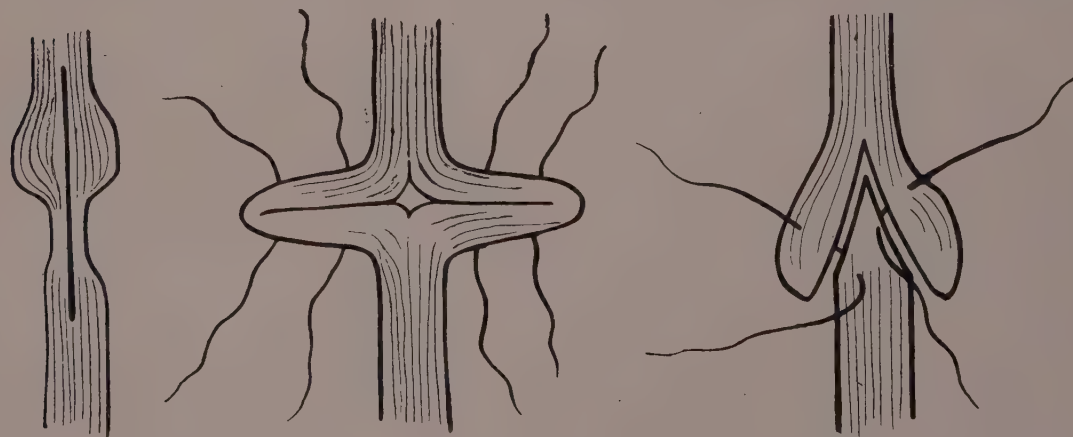


Abb. 317.

Abb. 318.

Abb. 319.

Abb. 317—319. Nerven-naht nach v. BRUNS.

eingeklemmt und stark verdünnt. Der Nerv wurde ausgelöst, an der dünnen Stelle längs gespalten und dieser Schnitt quer vereinigt. Am 27. 11. 16 wurden bei einer von mir selbst vorgenommenen Untersuchung sämtliche Bewegungen im Radialisgebiet aktiv ausgeführt, wenn auch mit geringerer Kraft als links. Nur bei maximaler Streckung des Handgelenks konnten die Finger im Grundgelenk nicht vollständig gestreckt werden. Der Patient gab bestimmt an, daß die Streckung der

Hand erst im Dezember 1914 (10 Jahre nach der Operation!) zuerst nur sehr schwach möglich geworden sei.

Schwierig wird eine exakte Nahtvereinigung in den Fällen, in denen ein erheblicher Unterschied in der Dicke des zentralen und des peripheren Nervenabschnittes und damit ein Mißverhältnis in der Größe der Anfrischungsflächen besteht. Man kann in solchen Fällen nach HOFMEISTER den dünneren Nerventeil — gewöhnlich ist es der periphere — aufschwemmen. Besondere Beachtung verdient aber gerade für diese Fälle die zweite Brunssche Methode; da es bei der Nerven-naht darauf ankommt, möglichst viel von dem Überschuß von Nervensprossen des zentralen Teiles nutzbar zu machen, nicht aber bestimmte Bahnen zur Vereinigung heranzuziehen, so erscheint der Längsschnitt in dem zentralen Neurom sehr rationell und ich bedaure, daß ich während des Krieges keine Erfahrungen mit dieser Methode gesammelt habe.

k) Ist bei der Naht auf die feine Struktur des Nerven Rücksicht zu nehmen?

VON STOFFEL<sup>29)</sup> wurde 1915 gefordert, daß die Nerven-naht das normale Gefüge des Nerven wieder herstellt. „Wir müssen die Schnittflächen der korrespondierenden Stümpfe der einzelnen Nervenbahnen miteinander in Kontakt bringen. Rotieren wir aber den einen Stumpf ein wenig und nähen die Stümpfe fest, dann ist es leicht möglich, daß wir die Wundfläche einer sensiblen Bahn des einen Stumpfes mit der Wundfläche einer motorischen Nervenbahn des anderen Stumpfes zusammenfügen. Ein promptes Resultat der Nerven-naht ist dann wohl ausgeschlossen.“ Die Anschauung war durch experimentelle Erfahrungen längst widerlegt, ehe sie ausgesprochen war. Wie BETHE<sup>30)</sup> mitteilt, durchschnitt FLOURENS 1842 die beiden Hauptstämme des Plexus brachialis bei einem Huhn und vernähte die zentralen und peripheren Stümpfe kreuzweise miteinander. Der zuerst gelähmte Flügel konnte nach einigen Monaten wieder wie ein normaler Flügel gebraucht werden. Ähnliche Nervenkreuzungen sind dann besonders von FORSSMANN beim Hund und Kaninchen gemacht worden.<sup>31)</sup> BETHE selbst vereinigte den linken zentralen Teil des Ischiadikus mit dem peripheren Stumpf des durchschnittenen Ischiadikus der andern Körperhälfte mit vollem funktionellen Erfolge nach 6 Monaten.

KENNEDY<sup>32)</sup> durchschnitt an Hunden den Ischiadikus und nähte das periphere Stück so an das zentrale, daß es um 180° um seine Längsachse gedreht war. Die Herstellung der Koordination, richtiges Aufsetzen des Fußes, erfolgte ebenso schnell und vollständig, wie bei der Naht ohne vorhergehende Rotation des distalen Stückes. Der gleiche Versuch wurde von ENDERLEN<sup>33)</sup> mit einem gleichen Erfolge wiederholt. Die Vorstellung, daß bei der Nerven-naht die korrespondierenden Kabel miteinander verheilen müssen, ist unrichtig. Ich verweise auf das, was in dem einleitenden Abschnitt dieses Kapitels unter Punkt 4 über die biologische Grundlage der Nerven-naht gesagt ist.

Hierzu kommt, daß die Lage der einzelnen Kabel im Nerven nicht konstant ist, wie aus den anatomischen Untersuchungen besonders von BORCHARDT hervorgeht, und daß es deshalb unmöglich ist, sie im einzelnen zu identifizieren. Trotzdem wird man gut tun, unnötige Verdrehungen der Nervenstümpfe gegeneinander zu vermeiden, denn es ist anzunehmen, daß von den motorischen Nervensprossen wenige in sensible Bahnen abirren, wenn ihnen die motorischen und nicht die sensiblen Bahnen gerade gegenüberliegen. Der Überschuß der regenerierten Fasern wird also dann, wenn die Nervenstümpfe sofort in ihrer natürlichen Lage vereinigt werden, vielleicht etwas besser ausgenutzt. Von wesentlicher Bedeutung ist aber dieser Vorteil nicht.



### 1) Umscheidung der Nahtstelle.

Während in der Friedenschirurgie die Umscheidung der Nervennaht im allgemeinen für unnötig gehalten wurde, versuchte man während des großen Krieges, bald nachdem sich gezeigt hatte, daß die Ergebnisse der Nervenoperationen bei den Schußverletzten keineswegs so gut waren, als man erwartete, dadurch Besserung zu erreichen, daß man die gelösten und genähten Nerven durch Umhüllung vor der Wirkung der einschnürenden Narbe schützte. So wurde die Umscheidung gefordert von WILMS<sup>34)</sup> und seinen Schülern ROST<sup>36)</sup> und BITTROLF<sup>37)</sup>, von RANZI<sup>35)</sup> (Klinik EISELSBERG), SPITZY<sup>36)</sup> u. a. — Andere erfahrene Autoren verhalten sich aber ablehnend. GULEKE<sup>37)</sup> berichtet 1916, daß er ohne Umscheidung befriedigende Erfolge habe, ebenso WOLLENBERG<sup>35)</sup>. ENDERLEN<sup>36)</sup> unterläßt die Umscheidung, „um nicht einen Reiz zu schaffen, der wohl schaden aber nicht nützen kann“. BIELSCHOWSKY und UNGER<sup>38)</sup> sprechen sich dagegen aus, „weil sie eine Lostrennung der Stümpfe von ihrer Umgebung unvermeidlich macht und damit der Zirkulation der Stumpfenden schweren Schaden zufügt“.

Als Material für die Umscheidung wurde totes und lebendes Material versucht. Während die früher schon gelegentlich angewendeten dekalzinierten Knochenröhrchen, die Payrschen Magnesiumröhrchen oder Röhrchen aus nicht vulkanisiertem Gummi (HEILE<sup>39)</sup> nur vereinzelt Anwendung finden, wurden nach FORAMITTI präparierte Kalbsvenen und Arterien sehr häufig benutzt (z. B. von SPITZY, von RANZI u. a.). AUERBACH<sup>40)</sup> empfahl das im Körper resorbierbare Kaseinpräparat Galalith, das seinerzeit von LIEBLEIN, Prag, zur Herstellung von Murphyknöpfen in die Darmchirurgie eingeführt worden war. Die Amerikaner haben während des Krieges mehrfach „Cargile membrane“<sup>41)</sup>, eine aus dem Peritonealüberzug von Kalbsdärmen ohne Muscularis hergestellte und steril verpackte sehr zarte Haut verwendet.

Als lebendes Material diene besonders das autoplastisch frei transplantierte Fett, seltener und nur in den ersten Kriegsjahren Faszie. BORCHARD<sup>42)</sup> empfahl schon vor dem Kriege die Verwendung breitgestielter Muskellappen, die so gebildet werden, daß Zirkulation und Ernährung erhalten bleibt.

Hat die Umscheidung nun tatsächlich geleistet, was von ihr erwartet wurde? Hat sie die Nahtstelle vor neuer Narbeneinschnürung geschützt ohne selbst zu reizen, und hat sie nicht ihrerseits selbst zur Narbenbildung Anlaß gegeben?

Die Frage wurde experimentell an Versuchstieren erforscht. Nach BITTROLFS Versuchen an Hunden erfährt die Muskelhülle eine ausgedehnte bindegewebige Umwandlung, „nach 3 Monaten sind in dem der Hülle entsprechenden Narbengewebe nur noch Inseln von nekrotischer Muskulatur nachweisbar. Auch die Fetthülle wird ausgedehnt von Bindegewebe ersetzt, indem mit den üblichen Fettreaktionen mikroskopisch nur noch wenig Neutralfett nachweisbar ist. Die Kalbsarterien bestehen nach 3 Monaten im wesentlichen aus einem dichten Filz von gut färbbaren elastischen Fasern, sind stellenweise mit Leukozyten durchsetzt. Als Phagozyten wirkende Riesenzellen sind reichlich an der Arbeit.“ Dies ungünstige Urteil über die Verwendung von Muskulatur kann sich aber nur auf Muskellappen beziehen, die in ihrer Ernährung Not gelitten haben. Der obenerwähnte Vorschlag BORCHARDS wird dadurch nicht getroffen. SPITZY, der übrigens auch gestielte, nicht frei transplantierte Fettlappen benutzte, sah das heterogene Material der Kalbsarterien „in vielen Tierversuchen so bleiben wie es war“. BETHE fand dagegen, daß frisch gehärtete Kalbsarterien in wenigen Wochen im Körper weich und sehr leicht zerreißbar werden, „später verwachsen sie meist stark mit dem umgebenden, oft mächtig gewucherten Bindegewebe und werden von Bindegewebssträngen durchwachsen. So starke Verwachsungen, wie ich sie in einigen Fällen bei Nähten, die mit Kalbsarterien eingescheidet waren, beobachtete, habe ich ohne Einscheidung nie gesehen.“

In großen Versuchsreihen prüfte der Amerikaner HUBER<sup>43)</sup> die Umscheidung am Hundeischiadikus. Autoplastisch verpflanzte Faszie, formalingehärtete Arterie

und Fettumscheidung riefen starke reaktive Bindegewebswucherungen hervor, während die oben erwähnte „Cargile membrane“ nach Härtung in Alkohol ohne Reiz zur Bindegewebswucherung einheilte.

Wichtiger als die Tierversuche sind die Befunde, die bei Nachoperationen am Menschen gemacht wurden. Hier lassen die Erfahrungen mit den Edinger-Röhrchen bei Nervendefekten (s. Abschn. 11, S. 597) Rückschlüsse auch auf ihre Verwendung bei der einfachen Nervennaht zu. Sie entsprechen den Mitteilungen BETHES über sein Tierversuche. Von dem Galalith konnte AUERBACH bei solcher Nachschau feststellen, daß das Röhrchen innerhalb von 10 Wochen bis auf 2 mit bloßem Auge eben noch wahrnehmbare Tüpfelchen resorbiert war. Ob der darunter narbig degenerierte Nerv von Verwachsungen mit der Umgebung frei geblieben, wird nicht mitgeteilt.

Daß die frei transplantierte Faszie schrumpft und den umhüllten Nerven mit erneuten Narbeneinschnürungen bedroht, geht aus den Operationsbefunden von KREDEL<sup>44)</sup>, von KOLB<sup>45)</sup> und von GOLDSCHMIDT<sup>46)</sup> (Klinik EISELSBERG) bestimmt hervor.

Über den Wert der Fettgewebsumscheidung ist heute ein abschließendes Urteil noch nicht möglich. Während REHN am Tierexperiment gefunden hat, daß autoplastisch transplantiertes Fettgewebe zwar eine Periode der Degeneration durchmacht, daß aber die dann folgende Regeneration wieder ein vollwertiges lebendes Fettgewebe mit sehr geringer Schrumpfung und ohne Neigung zu festen Verwachsungen liefert, Ergebnisse, die LEXER<sup>47)</sup> durch Erfahrungen am Menschen bestätigte, beobachtete MARTIN<sup>48)</sup> (Klinik BIER) nach der Duraplastik, daß das transplantierte Fettgewebe sich allmählich in dichte Bindegewebschwiele ohne erhebliche Fettgewebsneubildung umwandelte. Hiermit stimmen noch nicht veröffentlichte ausgedehnte Erfahrungen überein, die REICH, Tübingen, ebenfalls bei Duraplastik machte.

Am Nerven hat LEXER 4mal eine Fettgewebsumscheidung nach Neurolyse vorgenommen, die Lähmungen gingen zurück, was freilich nur beweist, daß die Umscheidung in diesen Fällen wenigstens nicht geschadet hat. Ich selbst hatte — wenn ich von weiteren Nachkontrollen von Fettfasziensumscheidung absehe — 2mal Gelegenheit, das Resultat der Fettumscheidung am gelösten Nerven durch die operative Biopsie festzustellen. In beiden Fällen war der N. medianus wegen Nervenschußschmerz gelöst und in einen frei transplantierten Fettlappen eingehüllt worden. Die Schmerzen wurden aber nur wenig und nur vorübergehend gebessert, erfuhren sogar im Gegenteil nachher wieder eine intensive Steigerung. Bei der erneuten Operation fand sich in dem einen Fall  $\frac{1}{2}$  Jahr, in dem andern 2 Jahre nach der Umscheidung der Fettlappen im ganzen in dichtes Bindegewebe verwandelt, welches als dicke Spindel den Nerven einhüllte und mit ihm verwachsen war. Beim Einschnitt war nur an einzelnen Stellen Fettgewebe zu erkennen. Trotzdem waren diese von so verändertem Gewebe eingehüllten Nerven nicht gelähmt. Wir fanden — in Übereinstimmung mit LEXERS oben erwähnter Erfahrung — ihre Leitfähigkeit nicht aufgehoben. LEXER ist geneigt, solche bindegewebige Umwandlung des Fettgewebs-transplantates auf seine fehlerhafte Behandlung bei der Operation (Quetschung, Austrocknung) zurückzuführen, doch ist bei unsern Fällen mit dem aus der Nachbarschaft entnommenen Fettlappen sehr sorgfältig umgegangen worden. Unsere bi-optischen Feststellungen sprechen also bis jetzt nicht dafür, daß das frei transplantierte Fettgewebe, so wertvoll es für andere zahlreiche Zwecke ist, für die Nervenumscheidung ein ideales Material darstellt, wenn es auch unter den zur Verfügung stehenden Materialien das relativ Beste sein mag.

Auf Grund klinischer Erfahrung läßt sich zur Lösung der Frage, ob eine Umscheidung der Nahtstelle überhaupt notwendig ist, folgendes beitragen: wir haben bei narbiger Veränderung der Umgebung der Nahtstelle in einem Teile der Fälle die freie Fetttransplantation, in einem andern die Verlagerung in gesunde Muskulatur oder die Umhüllung mit gestielten Fettlappen aus der Nachbarschaft vorgenommen, wenn

sich keine schweren narbigen Veränderungen darbieten aber auf jede Umscheidung verzichtet. Die Nachkontrolle konnte nun in allen 3 Gruppen von Fällen Erfolge feststellen. Besonders vollkommen war die Restitution bei 7 Radialisnähten, die ohne Umscheidung behandelt waren, aber auch bei 3 Ischiadikusnähten, in welchen schwer degenerierte Abschnitte des Nerven aus narbig veränderter Umgebung scharf herausgeschnitten und reseziert werden mußten, konnten wir im Laufe des 2. Jahres nach der Operation die Wiederkehr im Gebiete der Tibialis-muskulatur beobachten, nachdem bei der Operation der Nahtstelle eine narbenfreie Unterlage in der herbeigezogenen Muskulatur der Nachbarschaft ohne eigentliche Umscheidung angewiesen war. In dem Material, was von anderer Seite operiert war und von unsern neurologischen Mitarbeitern nachkontrolliert worden ist, finden sich unter den erfolgreichen Fällen 3 Fälle (2 Radialis, 1 Medianus), in denen Umscheidung mit Kalbsarterie im Operationsbericht vermerkt war, während bei 4 erfolgreichen Fällen (1 Radialis, 1 Medianus, 2 Ischiadikus) die Umscheidung mit Fettlappen in Anwendung gekommen war. Auch durch die von STRACKER, SPITZY und RANZI mitgeteilten Resultate ist festgestellt, daß die Naht mit Umscheidung durch Foramitti-Röhrchen zu guten Erfolgen führen kann. Trotzdem glaube ich, aus dem gesamten hier referierten experimentellen Material die folgenden Schlüsse ableiten zu sollen:

1. Wenn keine besonders schweren narbigen Veränderungen der Umgebung vorliegen, so ist eine besondere Umscheidung unnötig. Es genügt, wenn die Nahtstelle in ihrer natürlichen alten Lage belassen wird.

2. Wenn der Nerv aus sehr umfangreichem Narbenkallus ausgelöst werden mußte, so ist in erster Linie Verlagerung in gesunde Muskulatur anzustreben, demnächst Umhüllung mit gutgestielten und durchbluteten Lappen aus Muskulatur oder aus dem Fettgewebe der Nachbarschaft.

3. Ob in Fällen, wo die genannten Maßnahmen wegen zu schwerer Veränderung der Umgebung unmöglich sind, die freie Fetttransplantation oder die Verwendung des heterogenen Materials der Kalbsarterie die Aussichten wesentlich verbessern kann, bleibt zweifelhaft.

Im ganzen ist die Bedeutung der Umscheidung sehr überschätzt worden. Der Erfolg der Nerven-naht wird nicht so sehr von den Beziehungen der Nahtstelle zu ihrer Umgebung bedingt, als von dem Ablauf des Regenerationsvorganges im Innern des Nerven.

Nicht zu empfehlen ist die neuerdings wieder von LOEWE<sup>49)</sup> versuchte Umscheidung von Nerven mit frei transplantierten Hautzylindern. Sie ist schon von WÖLFLE<sup>50)</sup> angewendet und hat, wie NEUGEBAUER<sup>50)</sup> 1896 mitteilte, regelmäßig zur Entstehung von Fisteln Anlaß gegeben, die atheromähnliche Massen entleerten.

#### m) Partielle Naht.

Die Frage, was in den Fällen geschehen soll, in welchen nur ein Teil des Nerven nachweisbar verletzt ist, wurde und wird auch wohl noch jetzt verschieden beantwortet.

THÖLE<sup>51)</sup> glaubt, „daß man dann, wenn nur noch wenige Faserbündel erhalten sind, am besten vollständig quer anfrischt, also eine gewöhnliche Querresektion macht, weil so die Adaption am besten gelingt“. HEILE<sup>52)</sup> äußerte 1916: „Ich habe ursprünglich die Teilnähte bevorzugt, würde aber jetzt im Zweifelsfalle mehr zu der Quernaht neigen; weil ich bei meinen nachuntersuchten Fällen gefunden habe, daß die Teilnähte durchweg nach einem Jahre nicht so gute funktionelle Wiederherstellung zeigten wie die Quernaht.“

RANSCHBURG und VEREBÉLY haben „nur jene Partien reseziert, denen einerseits klinisch die Lähmung entsprach und welche von der Narbe aus, gleichwie oberhalb der Narbe gereizt, keine Kontraktionen der fraglichen Muskeln erzielen ließen. War die Verletzung frisch oder relativ frisch, d. h. weniger als 6 Monate alt, so wurde über-



haupt bloß reseziert, wenn das Aussehen und insbesondere die Betastung den verletzten Teil als schwer narbig erkennen ließen. Unserer Erfahrung nach ist nämlich der schwerverletzte Nerv im 3.—5. Monat nach der Verletzung häufig überhaupt nicht leitungsfähig, ohne daß dies den tatsächlichen Mangel seiner Fähigkeit zur Restitution bedeuten würde.“ — Nach dem, was oben über die elektrische Reizung des freigelegten Nerven ausgeführt wurde, kann ich mich dem Standpunkte RANSCHBURGS anschließen, ja ich würde sogar die Frist, innerhalb deren nur nach dem anatomischen Befund verfahren und auch ein nicht reagierender Nerv erhalten wird, wenn er nur keine schweren palpablen Veränderungen aufweist, noch länger ausdehnen, also auf etwa 1 Jahr für die Nerven der oberen, auf 2 Jahre für die Nerven der unteren Extremität, denn das Geschoß, das einen Teil des Nerven verletzt, ruft in den benachbarten Bahnen durch die Seitenwirkung Lähmung mit Degeneration hervor ohne makroskopisch Veränderung zu setzen. Die Regeneration, welche auf die Degeneration folgt, bedarf aber nicht selten so lange Zeiträume, wie die genannten, ehe sie in die Erscheinung tritt.

Die teilweise Naht kann mit einfachen Knopfnähten ausgeführt werden. Natürlich legt sich dabei der nicht resezierte Nervenanteil in Bogen- oder Schlingenform, doch hat uns die Nachkontrolle, z. B. eines Falles von Radialisabschuß in der Achsel, bei dem der erhaltene Trizepsast diese unnatürliche Lage und Form erhalten mußte, gelehrt, daß das den Erfolg nicht beeinträchtigt. Die Trizepsfunktion war in dem erwähnten Falle, der nach einem Jahre praktisch völlige Restitution des ganzen Radialisgebietes zeigte, nach der Operation völlig intakt geblieben. Es ist wie bei einem elektrischen Kabel, das geradeso gut in Windungen wie gestreckt verlegt werden kann. Auch die erste Brunssche Methode ist eine Art partieller Naht.

#### n) Nachbehandlung der Nervennaht.

Nach der Nervennaht wird die günstigste Stellung des Gliedes durch den Verband sichergestellt. Bei den Nähten an der oberen Extremität, die außer der Beugung im Ellbogengelenk auch weitgehende Adduktionsstellung erfordern, Radialis-, Medianus-, Plexusnähte haben wir, wenn nicht eine komplizierende Humerusfraktur besonderen Verband nötig machte, mit Vorteil den Arm mit Hilfe des Velpeauschen Verbandes an den Thorax anbandagiert. Die nach Ischiadikusresektion nötige Streckstellung in der Hüfte bei gleichzeitiger Beugung des Knies und Plantarflexion des Fußes ließ sich am sichersten durch Beckengipsverband aufrechterhalten. Die Stellung wurde bei geeigneter Lagerung im Bett von den Operierten durchweg ohne Klage vertragen, sonst dienten Kramersche Gipschienen.

Über die Zeitdauer, während deren die Zwangsstellung erhalten werden muß, hat BETHE<sup>53)</sup> genaue Untersuchungen an Hunden angestellt: „8 Tage nach der Naht des Ischiadikus ist die Verwachsung schon so fest, daß man das Bein des Hundes wieder am Nerven hochheben kann.“ Aus weiteren exakten Versuchen über die Reißfähigkeit der Nervennarben schließt BETHE, daß man 8—14 Tage nach der Nervennaht mit der Dehnung beginnen darf, falls die Naht in Zwangsstellung des Gliedes angelegt wurde. Wir haben uns im allgemeinen an diese Fristen gehalten, nur bei großen Ischiadikusdefekten wurde das Glied länger fixiert.

Die durch die Zwangshaltung und die Verkürzung des Nerven beeinträchtigte freie Beweglichkeit wird in der Regel in einigen Wochen wiedergewonnen. Die mit der Beseitigung der Kontraktur notwendigerweise einhergehende allmähliche Dehnung des Nerven kann in 3—4 Wochen durchgeführt werden. E. MÜLLER, Würzburg<sup>54)</sup> konnte sich „bei einer Anzahl von Nervennähten durch nachmalige Freilegung der Nahtstelle davon überzeugen, daß die Naht trotz solcher schnellen Dehnung intakt bleibt“.

Von BÀRON<sup>55)</sup> wurde durch Röntgenkontrolle von Nervennähten, an denen minimale Silberstückchen aufgenäht waren, nachgewiesen, daß die Verlängerung des

Nerven nicht auf die Rechnung des genähten Abschnittes, vielmehr auf die des oberhalb gelegenen normalen Nervengebietes zu setzen ist.

Nach der Wundheilung wird mit Massage und passiven Bewegungen der Gelenke begonnen, um Versteifungen zu verhüten. Die Operierten bekommen, wenn sie das nicht schon vorher hatten, geeignete Stützvorrichtungen (Radialisschiene, Peroneusschiene) und es wird die Behandlung so geleitet, wie bei den nicht operierten Nervenverletzten. Das gilt auch für die elektrische Behandlung. Freilich reagieren die gelähmten Muskeln, bei denen Nervennaht notwendig war, nicht mehr auf den faradischen Strom. Es kommt also nur das Faradisieren der nicht gelähmten Muskeln und in einem Teil der Fälle, wo die galvanische Reaktion noch besteht, vorsichtige galvanische Behandlung der gelähmten Muskeln in Betracht.

Bei der sehr langen Dauer, welche die Restitution nach Nervennaht in Anspruch nimmt, muß es ernste Bedenken erregen, die sonst gesunden Leute solange mehr oder weniger untätig im Lazarett zu belassen. Es ist daher die Beobachtung RANSCHBURGS<sup>56)</sup> wichtig, die mein neurologischer Kollege Dr. SCHNEIDER mit mir auch an unserem Material machen konnte, daß überhaupt nicht nachbehandelte Nervennähte ebenso gute und ebenso schnelle bzw. langsame Wiederherstellung zeigen können, wie systematisch behandelte. Die Hauptsache für die Heilungsperiode ist Bewegung der Gelenke, Übungen der noch verbliebenen Muskeln und dadurch bedingte gute Durchblutung der Extremität.

Hierfür leistet das Beste die freiwillige Arbeit im eigenen Betriebe, sei es als Handwerker, sei es als Landmann. Mit dem, was der eigene Trieb bei arbeitswilligen Patienten leistet, kann ein Lazarett, sei es auch unter Zuhilfenahme der Arbeit in Lazarettwerkstätten, nicht konkurrieren. Die von RANSCHBURG aufgestellte Regel, die Patienten nur einige Wochen im Lazarett zu behandeln, dann aber zur Heimarbeit zu beurlauben, kann also im allgemeinen nur befürwortet werden.

VON STRACKER und SPITZY<sup>57)</sup> wurde in der Nachbehandlung das Arsenpräparat „Solarson“ angewendet. Es wurde jedoch nur eine Besserung des Allgemeinzustandes, Zunahme des Turgors der Haut und des Appetits, nicht die erhoffte schnellere Regeneration der Nervenfasern beobachtet.

#### o) Methoden, die in schwierigen Fällen die direkte Nervennaht möglich machen.

Wenn der Defekt des Nerven nach Anfrischung so groß wird, daß die Nervennaht auch bei günstigster Gelenkstellung nicht oder nur unter erheblicher Spannung möglich wäre, kommen verschiedene Hilfsmittel in Betracht. Zunächst die

##### a) Dehnung des Nerven.

BETHE hat durch exakte Versuche an herausgenommenen Leichennerven und an Nerven von Hunden folgendes festgestellt: „Je länger der Nerv in gespannter Lage verweilt hat, um so größer ist der Dehnungsrückstand, um so geringer ist in gleichen Zwischenräumen sein Bestreben, sich nach Aufhören der Zwangslage wieder zu verkürzen. Je kürzer die dehnende Kraft eingewirkt hat, desto schneller strebt er seiner Anfangslage wieder zu oder desto stärkere Spannungen treten an ihm wieder auf, falls er an der Wiedergewinnung seiner Anfangslänge verhindert wird.“ — „Eine lang anhaltende Verlängerung des Nerven durch Dehnung ist nur zu erzielen, wenn die dehnende Kraft Stunden oder Tage eingewirkt hat.“ Auch BÀRON<sup>58)</sup> fand an Leichenversuchen, daß mit großen Gewichten während einer kurzen Dauer gedehnte Ischiadikusnerven sich nach Aufhören des Zuges sogleich wieder derart verkürzen, daß nur eine geringe Verlängerung resultiert.

Nun ist aber zu bedenken, daß die Experimente BETHES und BÀRONS an normalen Nerven angestellt wurden, denen ein hoher Grad von Elastizität zukommt. Ein schußverletzter Nerv ist aber immer auf eine ziemlich weite Strecke hin verändert

und büßt seine normale Elastizität zum großen Teile ein. Auch kommen Bindegewebsadhäsionen zwischen Nervenscheide und Umgebung in Betracht, deren Sprengung es ermöglicht, den Nerven weiter aus seinem Lager herauszuziehen. Ob der Erfolg mehr auf dieses Herausziehen oder auf eine tatsächliche Verlängerung des Nerven zu beziehen ist, ist praktisch gleichgültig. An der Tatsache kann jedenfalls nicht gezweifelt werden, daß man während der Operation durch allmählichen, aber intensiven Zug am Nerven ein recht beträchtliches Stück in der Wunde zum Vorschein bringen kann, und daß dieses nicht die Neigung hat, sich sogleich wieder mit Kraft zurückzuziehen. Es ist also trotz BETHES und BÄRONS Experimenten möglich, durch Zug während der Operation die Nervenstümpfe näher aneinanderzubringen. Das Bedenken, daß die Funktion und die Regenerationskraft des Nerven durch eine solche „Dehnung“ Schaden leiden möchte, kann auf Grund der operativen Beobachtungen zurückgewiesen werden.

Bei einem Fall von gleichzeitiger Schußverletzung des N. radialis und ulnaris, welche im gelähmten N. ulnaris noch eine gewisse faradische Reizbarkeit zeigte, aber auf Grund der schweren anatomischen Veränderungen die Resektion beider Nerven oberhalb des Ellbogens notwendig machte, mußte die Wiedervereinigung im N. ulnaris deshalb auf Schwierigkeiten stoßen, weil die Naht im Radialis die Beugstellung im Ellbogengelenk erforderte. Es wurde deshalb eine ausgiebige Dehnung des ausgelösten, aber noch nicht durchschnittenen N. ulnaris vorgenommen. Die elektrische Reizbarkeit wurde nach der Dehnung noch ebenso gefunden wie vorher (Beugung im Grundgelenk des 4. und 5. Fingers, schwache Zuckungen der Interossei 4 und 5; bei Aufsetzen der Elektrode peripher von der Läsionsstelle kräftiger als zentral).

Daß auch eine sehr ausgiebige Dehnung des Nerven die Regeneration nach direkter Naht nicht ausschließt, beweist ein anderer in der Tübinger Klinik von Professor SCHLOESSMANN operierter Fall, in dem große Defekte aller 3 großen Armnerven von 8—9 cm vorlagen. Die Vereinigung gelang nach weiter Auslösung und langsamer, aber intensiver Dehnung der Nerventeile im Medianus und Radialis und mäßiger Spannung des Ellbogens. Es wurde im Gebiet dieser Nerven später teilweise Restitution beobachtet, während die Regeneration im Gebiete des Ulnaris, dessen Stümpfe nur unter äußerster Spannung hatten aneinandergebracht werden können, allerdings wenigstens innerhalb einer Beobachtungsperiode von 2½ Jahren ausblieb\*).

Die intraoperative Dehnung ist vor der Anfrischung der Endneurome und bei erhaltener Kontinuität vor der Resektion auszuführen, denn man hat an den später fortfallenden Teilen Angriffspunkte, an denen man ohne Bedenken fest fassen darf. Die Dehnung darf nicht ruckweise, sondern nur allmählich geschehen und wird während der Operation wenigstens einige Minuten aufrechterhalten. Mit dem zentralen Abschnitt, welcher das für die Regeneration wertvollere Material enthält, wird man schonender umgehen wie mit dem peripheren. Wenn das einfache stumpfe Herausziehen des Nerven nicht ausreicht, muß das scharfe Präparieren zu Hilfe kommen und BÄRON macht darauf aufmerksam, daß es unter Umständen geboten sein kann, dabei seitlich abgehende Äste, welche den Hauptnervenstamm halten, zu resezieren. So käme bei Defekten des N. ulnaris in der Mitte des Unterarmes Durchschneidung des vom peripheren Nervenstück abgehenden sensiblen Ramus dorsalis manus, bei Defekten des N. tibialis die Durchschneidung des zum medialen Gastrocnemiuskopfe ziehenden motorischen Astes in Betracht — ein Opfer, zu dem man sich natürlich nur im Notfalle entschließen wird.

#### ß) Die Methoden der Dauerdehnung.

Nach Nervennahten, die sich nur in der günstigsten Gelenkstellung durchführen lassen, erfährt der Nerv, wie wir oben gesehen haben, in der Nachbehandlung bei dem allmählichen Übergang zu normaler Ausdehnung der Gelenkbewegungen eine nicht unbedeutende Dehnung. E. MÜLLER<sup>59)</sup>, Würzburg, hat diese Tatsache, die sehr gut mit BETHES Experimenten über die Dehnbarkeit des Nerven durch langunterhaltenen Zug übereinstimmt, auch für die Fälle ausgenutzt, in denen wegen der

\*) Genauer über diesen Fall siehe PERTHES, Die Schußverletzungen der peripheren Nerven. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Orig.-Bd. 36 S. 410.



Größe des Defektes die unmittelbare Vereinigung der Nervenenden zunächst unmöglich ist. Die angefrischten Nervenstümpfe werden durch günstigste Gelenkstellung einander genähert, und dann durch aufgenähte Stücke frei transplanterter Faszie miteinander verkoppelt. Nach der Wundheilung wird der Nerv durch allmählichen Übergang in ungünstigere Gelenkstellung langsam gedehnt. In einer zweiten Operation, die nach E. MÜLLER im Mittel 4—5 Wochen nach der ersten angesetzt werden kann, soll dann infolge der erzielten Verlängerung nach Abtragen des Faszienschnittstücks die Nervennaht ohne Spannung gelingen.

E. MÜLLER hat 2 Fälle so behandelt, in denen der N. ulnaris das eine Mal in der Mitte des Vorderarmes, das andere Mal oberhalb des Ellbogens abgeschossen war. Die angefrischten Nervenstümpfe waren nur so weit aneinanderzubringen, daß eine Entfernung von 1 bzw. 1½ cm bestehen blieb. Die zweite Operation folgte nach 3 bzw. 9 Wochen auf die erste. Die von E. MÜLLER beobachtete Restitution wird man — trotzdem es sich um Ulnarisfälle handelt — wenigstens bei dem einen von Abschuß im Ellbogen, bei dem Kontraktion des Flexor carpi ulnaris in den tiefen Beugern des 5. und 4. Fingers und im Kleinfingerballen 6 Monate nach der Naht beobachtet wurde, als tatsächlich vorliegend anerkennen dürfen.

BÀRON schlägt folgende Vereinfachung des Verfahrens von E. MÜLLER vor: Statt der angefrischten Nervenenden werden die ausgelösten Neurome zur Verkoppelung herangezogen. Sie werden durch starke Seidennähte, welche an den später zu resezierenden Neuromen einen festen Halt finden, miteinander vereinigt. Die freipräparierten Nervenstücke und die Seidenfäden werden mit steriler Vaseline bestrichen und dann die Wunden vollständig geschlossen. Erst bei der zweiten Operation, wenn die Nerven durch den Übergang in ungünstige Gelenkstellung genügend gedehnt sind, werden die Neurome reseziert und die Nervenenden vernäht.

Über praktische Erfahrungen verfügt BÀRON bei seinem Vorschlag noch nicht. Ich selbst habe 3mal nach E. MÜLLER bzw. BÀRON operiert. Bei 2 Fällen von Ischiadikusdefekt fanden sich bei der zweiten Operation viel festere und ausgedehntere Verwachsungen wie das erstmal. Durch diese erneuten Narben war der günstige Erfolg der erzielten Dehnung, wenn ein solcher überhaupt vorhanden war, mehr als aufgehoben. Nach Anfrischung im Gesunden war eine Vereinigung der beiden Nervenstümpfe auch bei der zweiten Operation unmöglich. Im 3. Falle handelt es sich um gleichzeitigen Abschuß von Medianus und Ulnaris in der Infraklavikulargrube. Die Verkoppelung der Neurome geschah in Adduktionsstellung, die Dehnung durch Übergang in horizontale Abduktion. Die Naht des Medianus war dann möglich, wäre vielleicht aber auch schon bei der ersten Operation möglich gewesen. Die Naht des Ulnaris, bei dem der Defekt nach Anfrischung 5 cm betrug, konnte aber auch bei der zweiten Operation nur durch Verlagerung des bis zum Ellbogen herab ausgelösten Ulnaris auf die Beugeseite und extreme Beugestellung des Ellbogens möglich gemacht werden. — Auch bei den Fällen von E. MÜLLER fragt es sich, ob die bei dem erstmaligen Eingriff verbliebenen Diastasen von 1—1½ cm nicht durch weiteres Hervorziehen des Nerven bei der Operation selbst zu überwinden gewesen wären.

Das vorliegende Material reicht also noch nicht aus, um den praktischen Wert des sinnreichen Verfahrens zu beurteilen. Meine 3 Fälle machen den Eindruck, daß der damit erzielte Gewinn nicht so groß ist, als man erwarten sollte.

#### r) Verfahren von Bethe.

Nach BETHES<sup>60)</sup> Vorschlag, der an Versuchen mit Hunden ausgearbeitet wurde, werden an den Nervenstümpfen Gummifäden angenäht, die an einer kleinen schornsteinartigen Röhre in der Mitte der sonst geschlossenen Operationswunde nach außen geleitet und in allmählich verstärktem Maße gespannt werden können. So werden die Nerven einer dauernden Dehnung unterzogen. Bei einem Hunde konnte so ein Defekt im Ischiadikus nach Resektion von 4½ cm Nerv mit vollem funktionellen Erfolg ausgeglichen werden. Wie BETHE mitteilt, hat SAUERBRUCH 1916 das Verfahren 5mal am Menschen angewendet, ohne daß beim Nachspannen Schmerzäußerungen auftraten, „es wurden Lücken überbrückt, die mit den bisherigen Methoden nicht hätten ausgefüllt werden können“.

Das Manipulieren an der längere Zeit offen gehaltenen Wunde ist auf jeden Fall ein Nachteil des Verfahrens, denn es gefährdet zweifellos die Asepsis, zumal Fremdkörper mit mancherlei Buchten und Nischen dabei in die Wunde eingelegt werden müssen.

#### δ) Verlagerung der Nerven.

WREDE<sup>61)</sup>, POLYA<sup>62)</sup> und WOLLENBERG<sup>63)</sup> haben bei großen Nervendefekten den Nerv so verlagert, daß er danach einen kürzeren Weg zurücklegt als vorher. Das Verfahren kommt nur für die drei Hauptnervestämme der oberen Extremität und unter diesen in erster Linie für den N. ulnaris in Betracht.

Ein Leichenversuch, dessen Ergebnis mit den Versuchen von BRANDES<sup>64)</sup> und MEYER<sup>64)</sup> übereinstimmt, ergab mir, daß durch Verlagerung des Nerven aus seinem natürlichen Umweg hinter dem Epicondylus medialis vor denselben bei gestrecktem, wie auch bei rechtwinklig gebeugtem Ellbogen, eine Strecke von 5 cm gewonnen werden kann. Bei spitzwinklig gebeugtem Ellbogen wird der Weg des Ulnaris zum Vorderarm sogar um 8,3 cm kürzer\*).

Das Verfahren ist besonders wichtig für die im Kriege nicht seltenen Fälle von gleichzeitiger Durchtrennung des Medianus und des Ulnaris in der Nähe des Ellbogens. Die Naht des Medianus benötigt Beugstellung des Ellbogens, dieser erzeugt aber an dem gleichzeitig durchtrennten Ulnaris eine beträchtliche Diastase. Es ist daher angezeigt, dem Ulnaris einen solchen Verlauf zu geben, daß auch für ihn die Beugstellung des Ellbogens die günstigste Stellung wird\*\*).

Über den Wert des Verfahrens beim N. radialis sind die Ansichten geteilt. WREDE und POLYA geben an, daß die Naht in je einem Falle erst dadurch möglich wurde, daß der Nerv aus seinem spiraligen Verlauf an der Außenseite des Humerus nach innen vom Humerus zwischen Bizeps und Brachialis, oder durch einen in der Substanz des Brachialis gebohrten schrägen Kanal geleitet wurde. BRANDES gewann beim Leichenversuch 3½ cm. Ich selbst konnte mich beim Leichenversuch nicht davon überzeugen, daß der Weg auf der Innenseite kürzer ist als auf der Außenseite. Allerdings erschien zunächst nach der Verlagerung auf die Innenseite der Defekt beträchtlich kleiner. Wenn man aber den Kontrollversuch machte, die Enden des ausgelösten Nerven auf die Außenseite zurückzuverlagern, so konnte man nunmehr auch auf der Außenseite einen Defekt mindestens ebenso leicht ausgleichen als auf der Innenseite des Humerus. Nach diesem Versuche, der mit der Beobachtung von STRACKER<sup>65)</sup> vollkommen übereinstimmt, dürfte der günstigere Ausfall der Messung von BRANDES auf die sehr weite Auslösung des Nerven, welche für diese Verlagerung des Nerven notwendig ist, und die an sich schon eine gewisse Verlängerung ergibt, zu beziehen sein. Trotzdem kann in besonderen Fällen, wie z. B. bei einem Falle von POLYA, wenn Kallusmassen auf der Außenseite des Nerven die Vereinigung beeinträchtigen oder wenn eine Fraktur mit nach innen offenem Winkel geheilt ist, die Verlagerung auch am N. radialis zweckmäßig sein.



Abb. 320. Verlagerung des Nervus ulnaris.

\*) Bei diesem Versuche war der Nerv 15 cm weit oberhalb des Epikondylus und 5 cm unterhalb desselben ausgelöst und 4 cm oberhalb des Epikondylus durchschnitten. Vor der Verlagerung ließen sich die Schnittflächen ohne Dehnung bei gestrecktem Ellbogen 1 cm aneinander vorbeiziehen, bei rechtwinkliger Beugung des Ellbogens entstand eine Diastase von 3 cm.

\*\*) Ich habe mit diesem Mittel bei 7 Fällen von gleichzeitiger Verletzung der beiden genannten Nerven die direkte Nahtvereinigung erzielt, einmal machte die gleichzeitige Verletzung von Radialis und Ulnaris dasselbe Vorgehen notwendig.

Am wenigsten ist von einer Verlagerung des Medianus zu erwarten. Dadurch, daß der unterhalb der Mitte des Vorderarmes durchschnittene Nerv von einem Schnitt in der Ellenbeuge aus seinem Kanal im Pronator teres herausgezogen, und nun behufs Vereinigung in seinem unteren Abschnitt auf den Lacertus fibrosus und M. pronator verlagert wurde, gewann BRANDES bis  $1\frac{1}{2}$  cm, doch erwies sich die Mobilisation des Nerven in Verbindung mit der Beugung im Ellbogengelenk allein schon als wesentlich bedeutungsvoller\*).

Eine besondere Beachtung verdienen bei der Nervenverlagerung die von dem Hauptstamm abgehenden Äste. Die, welche oberhalb der Durchtrennungsstelle den Stamm verlassen, werden nach WREDE und WOLLENBERG unter Erhaltung ihrer Kontinuität aus dem Hauptstamm abpräpariert, was ihrer Funktion keinen Eintrag tut. Aber auch die unterhalb abgehenden Äste dürften meines Erachtens nicht ganz zu vernachlässigen sein. Wenn sie auch degeneriert sind, so haben sie doch später als Leitbahnen für die Regeneration eine Bedeutung. Ich habe deshalb die Auslösung des zu verlagernden Ulnaris nach unten zu immer nur so weit ausgeführt, als es ohne Durchtrennung der Muskeläste geschehen konnte und auch dieser Gesichtspunkt scheint mir gegen die Verlagerungsmethode für den N. medianus, wenigstens bei Durchtrennung oberhalb der Mitte des Vorderarms, einen schwerwiegenden Gegengrund abzugeben.

#### e) Verkürzung des Knochens zur Erzwingung der Nervennaht.

Der Gedanke, durch Verkürzung des Knochens bei großen Defekten die Naht des Nerven zu erzwingen, stammt von LÖBKER<sup>66)</sup>, und wurde von ihm in einem Fall ausgedehnter Weichteilverletzung des Vorderarms mit Erfolg ausgeführt. Nach der Resektion von 5 cm des Radius und der Ulna wurde außer der Naht des Medianus und Ulnaris vor allem auch die Sehnennaht möglich. Die Methode gewann erst Bedeutung, als TRENDELENBURG<sup>67)</sup> sie für die Behandlung der Nervendefekte bei Humerusfraktur ausbildete. Für diese Fälle ist das Verfahren gerade in der Kriegschirurgie besonders wichtig.

Von mir selbst wurde in dieser Weise 12mal, von Prof. REICH in der Tübinger Klinik 1mal operiert. Besonders nahe liegt es, so vorzugehen, wenn eine Pseudarthrose sich entwickelt hat und deswegen ohnehin am Knochen operiert werden muß. Das war bei unserem Material 10mal der Fall. Dabei waren 2mal große Stücke des Knochens verloren gegangen, so daß man die zugespitzten Fragmentenden im Röntgenbild 5 cm voneinander entfernt stehen sah, während in den andern Fällen vor allem die Muskelinterposition oder die Einklemmung des abgerissenen Nerven selbst die Pseudarthrose verursachte. 3mal wurde der Knochen zugunsten der Möglichkeit der Nervennaht verkürzt, nachdem eine Humerusfraktur in richtiger Stellung fest konsolidiert war. Auf die Stümpfe des durchtrennten Nerven wird man in der Regel von außen vorgehen, doch war es mehrmals notwendig, einen zweiten Schnitt an der Innenseite hinzuzufügen, um das obere Nervenende aufzufinden und herauszupräparieren. Wenn eine Pseudarthrose vorlag, wurden die Knochenstümpfe ausgiebig freigelegt, narbiges Gewebe sorgfältig abgetragen, das Periost aber soweit nur irgend möglich geschont. Für die Knochenresektion habe ich in der Regel die schon von TRENDELENBURG angewendete treppenförmige Anfrischung der Fragmente bevorzugt. Das Verfahren von TRENDELENBURG wurde aber so modifiziert, daß der Humerus mit der Säge nicht wie zur Herstellung der gewöhnlichen Treppenstufenform quer, sondern schräg durchtrennt wurde, wie es die Abb. 321—323 zeigt. Nach solcher Anfrischung kann man die Teile fest miteinander verfalzen. Wenn dann noch durch je ein Bohrloch in beiden Fragmenten ein Aluminiumbronzedraht eingelegt und um die beiden Falzenden herumgeschlungen wird, so ergibt sich eine feste solide Vereinigung. 3mal zeigte das eine Fragment die Form einer Gabel, das andere die zugeschärfte Schneide eines

\*) Auf Grund von Erfahrungen, die WREDE — nach Abschluß dieses Beitrages — auf der Naturforscherversammlung Nauheim 1920 mitteilte, schätzt er die Leistungsfähigkeit der Verlagerung sowohl beim Medianus wie beim Radialis wesentlich höher ein.



Keiles. Es wurde dann diese Form weiter ausgestaltet und der Keil fest in die Gabel eingefügt. Die Vereinigung wurde dadurch schon so fest, daß auf eine Drahtnaht des Knochens verzichtet werden konnte. REICH verwendete mit gutem Erfolg nach querer Resektion die Bolzung mit einem Tibiaspan. Im allgemeinen möchte ich der Verfalzung den Vorzug geben.

Für Verkürzung bei bereits konsolidierter Fraktur hat TRENDLENBURG den Humerus schräg durchsägt und die beiden Fragmente aneinander vorbeigeschoben. Die Verhältnisse werden dann genau so wie bei einer mit Dislocatio ad longitudinem geheilten Fraktur. Schon vor Beginn der Operation muß eine entsprechende Triangel-schiene (CHRISTEN) vorbereitet sein, deren oberer Teil der wesentlichen Verkürzung des Humerus angepaßt ist.

Trotzdem wir die Operation erst nach völligem fistellosen Schluß ausführten, stießen wir doch mehrmals in der Tiefe auf „ruhende Infektion, kleine Granulationsherde oder Sequester“. Diese Herde wurden dann nach Ausräumung mit Acidum carbolicum liquefactum gründlich desinfiziert. 2 mal kam es in 13 Fällen nach der Operation zu einer Wundinfektion, welche die knöcherne Verheilung störte, so daß die Patienten mit Pseudarthrose und Fistel entlassen werden mußten, wie sie gekommen waren. In den 11 andern Fällen ist die feste Konsolidation erzielt, auch bei den Pseudarthrosen mit großen Defekten, wo vorher der Arm nutzlos, locker wie ein Dreschflegel am Körper herabhäng.

Es ist erstaunlich, wie gut sich die Muskeln der Verkürzung des Knochens anpassen. 1 Jahr nach einer Verkürzung des Humerus um 6 cm fanden wir die Beugung und Streckung im Ellbogengelenk völlig frei und kräftig, und bei einer sehr schweren Defektpseudarthrose mit Radialislähmung, bei der sich eine Verkürzung um 11 cm ergeben hatte, wurde eine kräftige Beugung im Ellbogengelenk in nahezu völliger

Ausdehnung möglich, während die aktive Streckung allerdings durch Schädigung des Trizeps beeinträchtigt, aber keineswegs ganz aufgehoben war.

Im ganzen stellen sich unsere Resultate wie folgt:

1. Fraktur konsolidiert: 11 Fälle.

Völlige Wiederkehr der Radialisfunktion . . . . .	4 Fälle
Teilweise Wiederkehr der Radialisfunktion, bei der Nachuntersuchung noch in Besserung begriffen. . . . .	2 „
Teilweise Wiederkehr der Radialisfunktion, bei der Nachuntersuchung, im 3. Jahre nach der Operation, in Stillstand befindlich . . . . .	2 „
Keine Funktionswiederkehr nach 1 Jahr, dann — zu früh — Sehnenplastik ausgeführt . . . . .	1 Fall
Keine Funktionswiederkehr nach 1¾ Jahren . . . . .	2 Fälle

2. Weder Pseudarthrose noch Radialislähmung geheilt, vollständiger Mißerfolg: 2 Fälle.

Die Ergebnisse nähern sich denen bei der gewöhnlichen direkten Nervennaht. Sie sind jedenfalls den Resultaten der verschiedenen Überbrückungsmethoden bei weitem überlegen. Das Opfer an Funktion, was durch die Knochenverkürzung gebracht wird, spielt bei den Fällen mit Pseudarthrose überhaupt keine Rolle, und ist



Abb. 321.

Abb. 322.

Abb. 323.

Abb. 321—323. Verfalzung der Fragmente des Humerus.

bei den anderen Fällen gegenüber dem erzielten Gewinn, der Möglichkeit einer direkten Nervennaht nach Anfrischung im narbenfreien Gebiete, gering. Ich stehe also nicht an, dieser Methode in den dazu geeigneten Fällen vor den plastischen Operationen am Nerven den Vorzug zu geben, so wie es auch BORCHARD<sup>68)</sup> in seinen prinzipiellen Ausführungen zur Chirurgie der peripheren Nerven schon vor dem Kriege getan hat. Während des Krieges ist von dem Verfahren verhältnismäßig wenig Gebrauch gemacht worden. ROST<sup>69)</sup> hatte bei drei so operierten Fällen die Möglichkeit, durch Nachkontrolle später einen Erfolg festzustellen. Über je eine erfolgreiche Operation berichten ferner E. MÜLLER, Stuttgart<sup>70)</sup> und E. MÜLLER, Würzburg<sup>71)</sup>.

Der Eingriff ist allerdings kein kleiner und sollte nur von Operateuren ausgeführt werden, die mit der Knochenchirurgie vertraut sind.

Als Konkurrentin kommt bei den großen Radialisdefekten die Sehnenplastik in Betracht, die auf ganz anderem Wege sehr befriedigende Resultate liefert\*). Sie wird natürlich zu wählen sein, wenn etwa Fisteln am Oberarm bestehen, die nicht zur Heilung zu bringen sind und aseptisches Operieren ausschließen. In den andern Fällen von großem Radialisdefekt wird man wenigstens dann, wenn der Patient den größeren Eingriff nicht scheut, sich besser für die Nervennaht und die Knochenverkürzung entscheiden, die wenigstens die Möglichkeit der Wiederkehr einer vollkommenen Funktion der Hand eröffnet, wie sie auch die bestgelungene Sehnenplastik niemals liefern kann. Man wird allerdings den Patienten nicht verschweigen, daß dieses Resultat erst nach längerer Wartefrist und auch dann nicht mit voller Bestimmtheit in Aussicht gestellt werden kann, doch spricht sehr für die Wahl der Nervenoperation, daß auch ihr sogleich die Sudecksche kleine Sehnenplastik hinzugefügt werden kann, die bis zum Eintritt der Nervenregeneration die Funktion wesentlich bessert und das Tragen einer Radialisschiene unnötig macht.

Für die großen Defekte des Medianus und Ulnaris kommt die Knochenverkürzung ebenfalls sehr in Betracht, wenn auch die Pseudarthrosen, die zu diesem Wege einladen, aus naheliegenden Gründen sich mit der Verletzung dieser Nerven weniger häufig kombinieren als mit der des Radialis. Ich habe einmal die direkte Naht des Ulnaris auf diese Weise möglich gemacht. 11 Monate nachher wurde beginnende Funktionswiederkehr im Ulnaris konstatiert, während der gleichzeitig ausgelöste Medianus noch nicht funktionierte.

Am Vorderarm und an der unteren Extremität wird die Methode nur selten von Wert sein. Immerhin hatte ich Gelegenheit, einen Fall nachzuuntersuchen, bei dem zugunsten der Naht des auf eine weite Strecke zerrissenen Ischiadikus die Heilung einer gleichzeitig bestehenden Fraktur des Oberschenkels mit 8½ cm Verkürzung in Kauf genommen war. Der Wiedereintritt der Funktion, der in 10 Monaten begann und schließlich vollkommen wurde, hat dem Operateur (v. HOFMEISTER) recht gegeben.

#### ζ) Verfahren von Kirschner.

Nach KIRSCHNER<sup>72)</sup> wird der Knochen des betreffenden Gliedabschnittes subperiostal schräg durchtrennt, die Knochenenden werden so weit in der Längsrichtung aneinander vorbeigeschoben, bis die direkte Nervennaht selbst möglich ist. Die Nahtstelle wird dann mit einem der Fascia lata entnommenen Lappen gesichert, dem auf der dem Nerven zugewandten Seite noch ein Teil des subkutanen Fettgewebes anhaftet. Etwa vom 10. Tage an wird durch die allmählich gesteigerte Extension die Dislokation ausgeglichen. Statt der Dislocatio ad longitudinem kann auch eine Dislocatio ad axin nach querer Osteotomie erzeugt und dadurch die Nervennaht möglich gemacht werden. Die nachträgliche Korrektur erfolgt ebenso durch Extension. Praktische Erfahrungen mit dem sehr einleuchtenden Verfahren sind, soviel mir bekannt ist, noch nicht veröffentlicht.

\*) Vgl. die Anmerkung auf S. 525: „Indikationsstellung“.

**Literatur** (abgeschlossen September 1920).

- <sup>1)</sup> PERTHES, Über Fernschädigungen peripherer Nerven durch Schuß. D. Med. W. 1916 Nr. 28.
- <sup>2)</sup> SPIELMEYER, Über Regeneration peripherischer Nerven. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1917 Bd. 36 (Orig.) S. 421.
- <sup>3)</sup> BIELSCHOWSKY und UNGER, Die Überbrückung großer Nervenlücken. Beiträge zur Kenntnis der Degeneration und Regeneration peripherischer Nerven. Journ. f. Psych. u. Neurol. Bd. 22 S. 267.
- <sup>4)</sup> BERBLINGER, Die Schußlähmungen der peripheren Nerven und ihre operative Behandlung vom anatomischen Standpunkte aus betrachtet. Fortschr. d. Med. 1920 Jahrg. 37 Nr. 7 S. 209.
- <sup>5)</sup> PERTHES, Über das elektrische Verhalten motorischer Nerven während der Regeneration. M. Med. W. 1919 S. 1015.
- <sup>6)</sup> — Über das elektrische Verhalten von Muskeln nach Durchtrennung des zugehörigen Nerven. M. Med. W. 1919 S. 1016.
- <sup>7)</sup> GEINITZ, Die Nervenschüsse. Erg. d. Chir. u. Orth. Bd. 12 S. 421.
- <sup>8)</sup> GULEKE, Zur Freilegung der Subclavia-Aneurysmen. Zbl. f. Chir. 1916 S. 600.
- <sup>9)</sup> ISELIN, Desinsertion der Muskeln zur Freilegung der großen Nervenstämmen an Schulter und Hüfte. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 107 S. 76.
- <sup>10)</sup> HEILE, Zur operativen Freilegung der verletzten peripheren Nerven. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 108 S. 82.
- <sup>11)</sup> KÖNIG, F., Die Freilegung des Nervus ischiadicus in seinem obersten Teile. Zbl. f. Chir. 1916 S. 1023.
- <sup>12)</sup> MADELUNG, vgl. REHN, Gefäßchirurgie im Felde. Bruns Beitr. Bd. 112 S. 544.
- <sup>13)</sup> REICH, Osteoplastische Freilegung des Armmervengeflechts unterhalb des Schlüsselbeins. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96. S. 1 1915.
- <sup>14)</sup> LEXER, Die Operation der Gefäßverletzungen usw. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 135 S. 445.
- <sup>15)</sup> THÖLE, Kriegsverletzungen peripherer Nerven. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 S. 141.
- <sup>16)</sup> HEILE, Bericht des Orthopädenkongresses 1916. Zeitschr. f. orth. Chir. Bd. 36 S. 347.
- <sup>17)</sup> PERTHES, Beobachtungen bei elektrischer Reizung freigelegter verletzter Nerven usw. D. Med. W. 1919 Nr. 33.
- <sup>18)</sup> — Über die Spontanheilung von Nervenschußverletzungen. M. Med. W. 1919 S. 1219.
- <sup>19)</sup> RANSCHBURG, Die Heilerfolge der Nervennaht. Karger, Berlin 1918 S. 182.
- <sup>20)</sup> LEWANDOWSKY, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1917 Orig.-Bd. 36.
- <sup>21)</sup> HOFMEISTER, v., Über die doppelte und mehrfache Nervenpflropfung bei Schußverletzungen des Nerven. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96 S. 329.
- <sup>22)</sup> SPITZY, Indikationsstellung zur Freilegung verletzter Nerven. Zeitschr. f. orth. Chir. 1916 Bd. 36 S. 392.
- <sup>23)</sup> BIELSCHOWSKY und UNGER, Die Überbrückung großer Nervenlücken. Journ. f. Psych. u. Neurol. 1917 Bd. 22 S. 298.
- <sup>24)</sup> BRANDES und MEYER, Die Bedeutung von Nervenverlagerung und Gelenkstellung für die Ermöglichung primärer Nervennaht. M. Med. W. 1919 S. 1256.
- <sup>25)</sup> BETHE, Die Haltbarkeit von Nervennahten und Narben und die Spannungsverhältnisse gedehnter Nerven. D. Med. W. 1919 S. 373.
- <sup>26)</sup> HEINEMANN, Über Schußverletzungen der peripheren Nerven. Arch. f. klin. Chir. 1918 Bd. 108.
- <sup>27)</sup> EDEN, Zur Technik der Nervennaht. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 29.
- <sup>28)</sup> GLEISS, Bruns Beitr. Bd. 10. 1893.
- <sup>29)</sup> STOFFEL, Über die Behandlung verletzter Nerven im Kriege. M. Med. W. 1915 S. 201.
- <sup>30)</sup> BETHE, Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig 1903 S. 215.
- <sup>31)</sup> FORSSMANN, Zieglers Beitr. Bd. 24 u. 27.
- <sup>32)</sup> KENNEDY, On the restoration of coordinated movements after nerve section. Lancet 1900 Bd. 1. Ref.: Zbl. f. Chir. 1900 S. 461.
- <sup>33)</sup> ENDERLEN, Ein Beitrag zur Nervennaht. D. Med. W. 1917 Nr. 44.
- <sup>34)</sup> WILMS, ROST, BITTROLF, Bruns Beitr. Bd. 98 H. 5.
- <sup>35)</sup> RANZI, SPITZY, WOLLENBERG, Orthopädenkongreß 1916. Zeitschr. f. orth. Chir. Bd. 36 S. 382.
- <sup>36)</sup> GULEKE, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 S. 738.
- <sup>37)</sup> ENDERLEN, D. Med. W. 1917 S. 1385.
- <sup>38)</sup> BIELSCHOWSKY und UNGER, Journ. f. Psych. u. Neurol. Bd. 22 S. 536.
- <sup>39)</sup> HEILE, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- <sup>40)</sup> AUERBACH, M. Med. W. 1915 S. 1457 und 1916 S. 1573.
- <sup>41)</sup> Cargile membrane beschrieben von R. T. MORRIS. Experiments with Cargile membrane. Med. Rec. May 1902 und Notes on the use of sterilized Animal membranes in Surgery. Am. Jour. of Obstetrics of Women and Children 1911 Bd. 64, Nr. 6.
- <sup>42)</sup> BORCHARD, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 91 S. 536.
- <sup>43)</sup> HUBER, Repair of peripheral Nerve injuries. Surgery Gyn. Obst. 1920 Bd. 30 S. 469.
- <sup>44)</sup> KREDEL, Zbl. f. Chir. 1915 S. 115.
- <sup>45)</sup> KOLB, Zbl. f. Chir. 1916 S. 201.
- <sup>46)</sup> GOLDSCHMIDT, Zbl. f. Chir. 1920 S. 918.
- <sup>47)</sup> LEXER, Die freien Transplantationen. Bd. 1 S. 301. Enke, Stuttgart 1919.
- <sup>48)</sup> MARTIN, Über Fetttransplantation bei traumatischer Epilepsie. D. Med. W. 1919 S. 1011.
- <sup>49)</sup> LOEWE, Umscheidung von Nerven mit freitransplantiertem Hautzylinder. Zbl. f. Chir. 1918 S. 927.
- <sup>50)</sup> NEUGEBAUER, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 15 S. 488.
- <sup>51)</sup> THÖLE, Kriegsverletzungen peripherer Nerven. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 S. 218.
- <sup>52)</sup> HEILE, Verh. d. orth. Kongr. Zeitschr. f. Orth. u. Chir. Bd. 36 S. 348.



- 53) BETHE, D. Med. W. 1916 S. 1314 und 1919 S. 373.  
 54) MÜLLER, E., Über die Ausnutzung der Dehnbarkeit der Nerven nach temporärer Verkuppelung bei großen Defekten zum Zwecke der Nervennaht. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 105 S. 654.  
 55) BÄRON und SCHEIBER, Über die direkte Nervenvereinigung bei großen Nervendefekten. M. Med. W. 1918 S. 448.  
 56) RANSCHBURG, Erfolge der Nervennaht. Berlin 1918. S. 90.  
 57) STRACKER und SPITZY, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 116 S. 247.  
 58) Siehe Nr. 65.  
 59) MÜLLER, E., Zitat siehe Nr. 64.  
 60) BETHE, Zwei neue Methoden der Überbrückung großer Nervenlücken. D. Med. W. 1916 S. 1277.  
 61) WREDE, Nervenverlagerung zur Erzwungung einer direkten Nervennaht. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 26.  
 62) POLYA, ebenda Nr. 31.  
 63) WOLLENBERG, ebenda Nr. 31.  
 64) BRANDES, M., und C. MEYER, Die Bedeutung der Nervenverlagerung und Gelenkstellung für die Ermöglichung primärer Nervennaht. M. Med. W. 1919 S. 1257.  
 65) STRACKER, Zbl. f. Chir. 1916 S. 986.  
 66) LÖBKER, Zbl. f. Chir. 1884 S. 841.  
 67) TRENDLENBURG vgl. RIETHUS, Über Verletzungen des Nervus radialis bei Humerusfrakturen und ihre operative Behandlung. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 24 S. 731. Für die in der Literatur immer wiederkehrende Angabe, daß v. BERGMANN der Autor der Methode sei, konnte RIETHUS den Beleg in der Literatur nicht finden, ich ebensowenig.  
 68) BORCHARD, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 91 S. 639.  
 69) ROST, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 S. 751.  
 70) MÜLLER, E., Stuttgart, Zur Behandlung der Radialislähmung. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98.  
 71) MÜLLER, E., Würzburg, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 105 S. 653.  
 72) KIRSCHNER, Zur Behandlung großer Nervendefekte. D. Med. W. 1917 S. 739.

## 10. Die Funktionsrückkehr nach der Nervennaht.

Von Prof. Dr. GEORG PERTHES.

Die experimentelle Nervennaht am Versuchstier<sup>1)</sup> führt mit Sicherheit zur vollen Restitution. Schon weniger sicher sind die Ergebnisse bei Schnittverletzungen des Menschen<sup>2)</sup>. Eine ganz bedeutende Unregelmäßigkeit aber haben die Resultate der Schußverletzungen des Krieges ergeben, die weit hinter den Ergebnissen der Nervennaht bei Schnittverletzungen und anderen Friedensverletzungen, insbesondere Nervenläsionen bei subkutanen Frakturen, zurückbleiben. Infolge der Verhältnisse, auf die wir bei Besprechung der biologischen Grundlage der Nervennaht näher eingegangen sind, schiebt sich notwendigerweise zwischen die Verwundung und den Abschluß der Heilung eine lange Frist ein, innerhalb deren verschiedene Perioden unterschieden werden müssen. Auf den Zeitraum der Verwundung und der Operation, welcher hier als „Vorperiode“ kurz bezeichnet sein mag, und deren Dauer dem „Verletzungsalter“ bei der Operation entspricht, folgt eine verschieden lange Periode von der Operation bis zum ersten Zeichen der Funktionswiederkehr, eine Frist, die der Inkubationszeit einer Infektionskrankheit nicht unähnlich ist. Sie sei hier deshalb Inkubationszeit der Heilung genannt, während die dann nachfolgende Periode des allmählich sichtbaren Fortschrittes der Regeneration den Namen der Ausreifungsperiode erhalten mag.

### a) Die Dauer der Inkubationszeit.

Wenn man aus dem großen Material von RANSCHBURG, FÖRSTER und STRACKER, dem wir unsere eigene relativ kleine Zahl\*) von nachuntersuchten Fällen anreihen, die Zeiten zusammenstellt, die zwischen der Operation und dem Auftreten des ersten Zeichens von Funktionsrückkehr im motorischen Gebiet, liegen, so ergeben sich folgende Übersichten.

\*) Die systematische Nachuntersuchung der an der Tübinger Klinik operierten Fälle ist durch die Vernichtung unseres Heerwesens mit der Revolution von 1918 unmöglich geworden.

Tabelle 1.  
Inkubationszeit der Heilung nach RANSCHBURG.

Monate . . . . .	0—3	3,1—6	6,1—9	9,1—12	12,1—x
Musculocutan. . . . .		1	3	—	—
Radialis . . . . .	—	27	27	17	10
Medianus . . . . .		1	12		
Ulnaris . . . . .	—		24		
Tibialis . . . . .		—	2	6	7
Peroneus . . . . .	—	1	14		
Cutan. medial. . . . .		1	9		

Tabelle 2.  
Inkubationszeit der Heilung nach FÖRSTER.

Monate . . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Musculocutan. . .	1	1	2	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—
Radialis. . . . .	—	11	6	9	8	7	9	2	1	1	—	1	—
Medianus . . . . .	5	19	4	3	2	1	1	1	—	—	—	—	—
Ulnaris . . . . .	3	12	4	6	4	1	1	1	1	—	—	—	—
Ischiadikus . . .	—	2	2	1	1	1	5	6	3	2	—	1	1
Tibialis . . . . .	—	1	—	1	—	2	—	1	—	—	—	—	—
Peroneus . . . . .	—	—	—	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—

Tabelle 3.  
Inkubationszeit der Heilung nach STRACKER.

Monate . . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	>24	
Radialis, ext. carpi rad. . .	1	1	1	1	4	4	3	3	6	—	3	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Medianus, flexor carpi rad..	1	—	2	2	1	1	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—	2	—	1	—	1	—	—	—	—	2
Ulnaris, flexor carpi uln. .	—	2	1	1	4	1	—	1	3	3	1	—	—	2	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	3
Ischiadicus gastrocnemicus .	—	—	—	—	—	—	2	2	—	1	2	1	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—	4
Mm. peronei . . . . .	—	—	—	1	—	2	—	1	—	3	1	2	—	1	1	1	—	—	—	2	1	—	1	—	—	6

Tabelle 4.  
Inkubationszeit der Heilung, eigene Fälle der Tübinger Klinik.

Monate . . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	>24
Radialis . . . . .	—	—	—	1	2	4	2	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Medianus . . . . .	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ulnaris . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ischiadikus . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1

Die Tabellen zeigen sehr auffallende Unterschiede in der Länge der Inkubationszeit. Beim Vergleich verschiedener Fälle von demselben Nerven, beim Vergleich der verschiedenen Nerven miteinander und vor allem auch beim Vergleich der Angaben verschiedener Autoren.

RANSCHBURG, der von allen Autoren sein großes Material am genauesten mitteilt und nach jeder Richtung hin kritisch verarbeitet hat, kommt zu folgendem Ergebnis:

1. Keine einzige der 414 Nervennähte (der eigenen Beobachtung RANSCHBURGS) zeigt eine Besserung innerhalb der ersten 3 Monate.

2. Innerhalb des 2. Vierteljahres bzw. innerhalb des 1. Halbjahres, frühestens im 5. Monate, trat eine Besserung bloß in 13 Fällen, d. h. in 3,13% der Fälle, ein.

3. Die Gesamtsumme der innerhalb des 7.—26. Monats, also nach einer mehr als  $\frac{1}{2}$  jährigen Beobachtungsdauer feststellbaren Heilungen beträgt 135 aus 299 Fällen, d. h. 45,1%.

Zu diesem Ergebnis, mit dem unsere Erfahrungen übereinstimmen, stehen die Angaben von FÖRSTER\*) z. T. auch von STRACKER, welche zahlreiche Besserungen innerhalb des ersten Vierteljahres in ihren Tabellen aufführen, in auffallendem Gegensatz.

Der Gegensatz wird etwas gemildert durch die Textangaben FÖRSTERS. „Beim Radialis“, sagt FÖRSTER, „verfüge ich über gar keine sog. Schnellheilungen.“ Trotzdem werden 2 Fälle mit Besserung nach  $1\frac{1}{2}$ , 8 Fälle mit Besserung nach 2 Monaten in der Tabelle angegeben. Ähnlich beim Ischiadikus. „Beim Medianus sah ich in mehreren Fällen 3, 4 und 5 Wochen nach der Naht Wiederkehr der Funktion.“ — „Beim Ulnaris war Beginn der Restitution in einem Falle bereits 14 Tage nach der Operation in allen Muskeln, außer dem Adductor digiti minimi. Auch die faradische Erregbarkeit war positiv.“ — „Beim Ischiadikus habe ich niemals (!) frühen Beginn der Restitution, oder gar schnelle vollständige Wiederherstellung beobachtet.“

Die Fälle von schneller Heilung des Ulnaris bei FÖRSTER wird man mit Rücksicht auf die Möglichkeit von Anastomose mit dem Medianus, auf welche FÖRSTER selbst hinweist, nicht als beweisend betrachten können. Trotzdem ist es wohl sicher, daß doch gelegentlich schon nach kürzerer Frist als 3 Monaten Restitution wenigstens an den Nerven der oberen Extremität möglich ist.

SPIELMEYER<sup>3)</sup> sah 2mal schon 5 Wochen nach der Naht die Wiederkehr der Handstreckung bei einer Radialislähmung, und einige wenige Male war bereits nach etwa 4 Monaten der größere Teil einer Lähmung zurückgegangen. Auch EXNER<sup>4)</sup> beobachtete, daß 4 Wochen nach einer Radialisnaht aktive Dorsalflexion im Handgelenk eintrat. Solche Fälle sind besonders interessant und wichtig, weil die Restitution nach der Nervennaht einer voraufgegangenen Regeneration des peripheren Abschnittes nachfolgen muß und den Wiederaufbau einer großen Nervenstrecke zur Voraussetzung hat. Daß in der Tat die Regeneration des Radialis trotz voraufgegangener Degeneration unter günstigen Bedingungen im Verlauf von 40 Tagen möglich ist, wurde mir auch durch einen Fall von Spontanheilung einer kompletten Radialislähmung bei Schußbruch des Humerus wahrscheinlich gemacht, bei dem auf Grund der bestehenden Entartungsreaktion angenommen werden mußte, daß die Lähmung mit Degeneration der Nervenfasern einherging. Schwer verständlich sind analoge Beobachtungen des Ischiadikus, bei dem in der Regel die postoperative Wartezeit nicht weniger als 1 Jahr beträgt. Doch ist der Fall THIEMANN<sup>5)</sup> Ischiadikusresektion und Naht 6 Wochen post trauma; 3 Wochen nach der Operation aktive Bewegung aller Zehen und Fußmuskeln, nicht als Beobachtungsfehler erwiesen worden. Ebenso hat STOFFEL auf dem Orthopädenkongreß 1916 von Funktionswiederkehr im Tibialisgebiet nach Naht des Ischiadikus in einem Fall 34 Tage, im andern 7 Wochen nach der Operation berichtet.

### b) Rapidheilungen.

Von diesen Fällen, die mit der Annahme einer, wenn auch in beschleunigtem Tempo, ablaufenden Degeneration und Regeneration allenfalls noch vereinbar sind, sind andere zu trennen, bei denen die Funktionswiederkehr so rasch nach der Nervennaht beobachtet ist, daß nur eine prima intentio nervorum ohne voraufgegangene Degeneration des durchschnittenen Nerven denkbar wäre. Solche Fälle sind vor allem

\*) FÖRSTER gibt die Heilungsziffer für jeden einzelnen Fall. Um eine Übersicht zu gewinnen, mußten sie zusammengezählt werden. Der Sache nach entspricht aber die hier mitgeteilte Tabelle genau den Angaben FÖRSTERS.



in der ersten Zeit des großen Krieges gar nicht so ganz selten bekanntgegeben. So sah nach frühzeitiger Naht des N. radialis LÖWENSTEIN<sup>6)</sup> beginnende Handstreckung 4 Tage und nahezu völlige Wiederherstellung der motorischen Funktion 10 Tage nach der Operation. Ebenso betrugen in den Fällen von LEHMANN<sup>7)</sup>, DEUS<sup>8)</sup> und DUNCKER<sup>9)</sup> die postoperativen Wartezeiten nur 2,4 und 12 Tage nach der Radialisnaht. Nach der Naht des N. ulnaris beobachtete STOFFEL<sup>10)</sup> „schon am Abend der Operation Funktion sämtlicher vom Ulnaris versorgter Muskeln“. Ebenso J. DONATH<sup>11)</sup> Funktionswiederkehr nach 20 Stunden, MANN<sup>12)</sup> nach 2 Tagen.

Alle diese Fälle können nur als Täuschungen angesehen werden. Täuschungen nicht etwa in dem Sinne, daß die beobachteten Bewegungen nicht vorhanden gewesen wären, aber Täuschungen insofern, als scheinbare oder wirkliche Funktionswiederkehr nicht auf die Nervennaht als Ursache bezogen werden kann.

Daß eine *prima intentio nervorum* mit Funktionswiederkehr ohne vorausgegangene Degeneration nicht vorkommt, geht schon daraus hervor, daß auch die unter den günstigen Verhältnissen ausgeführte Naht durchschnittener Nerven weder am Versuchstier noch am Menschen zum sofortigen Erfolge führt. Zum Beweise sei auf den Versuch von SHERREN<sup>13)</sup> an sich selbst, vor allem aber auf die folgende Beobachtung hingewiesen.

Bei einem 4jährigen Kinde wurde von mir gelegentlich der operativen Freilegung eines „Becken-tumors“, der sich dann als kalter Abszeß erwies, der abnorm verlagerte N. femoralis glatt durchschnitten und sofort mit peinlichster Genauigkeit wieder genäht. Trotzdem für rasche Wiederherstellung denkbar günstigste Verhältnisse vorlagen — sofortige Wiedervereinigung eines glatt durchschnittenen Nerven, unter aseptischen Verhältnissen und dementsprechende primäre Heilung bei einem Kinde — setzte zunächst degenerative Atrophie der Muskulatur ein. Die Regeneration trat erst 3 Monate nach der Operation in Erscheinung, führte dann aber in kurzer Zeit zur völligen *Restitutio ad integrum*.

Die mannigfachen Möglichkeiten, welche nach völliger Durchtrennung eines Nerven die Funktionsrückkehr vortäuschen können, sind zuerst von LÉTIÉVANT<sup>14)</sup>, später KRAMER und THÖLE, ganz besonders eingehend aber von RANSCHBURG studiert worden.

Man unterscheidet zweckmäßig 2 Gruppen von Fällen:

1. Die nach der Nervennaht beobachteten Bewegungen, welche als Zeichen von Funktionsrückkehr imponieren, sind tatsächlich nicht durch eine Besserung in dem Muskelgebiete bedingt, welches dem genannten Nerven zugehört. Es sind vielmehr Bewegungen anderer Art, die LÉTIÉVANT auf Grund von Studien an den Verwundeten des Krieges von 1870 unter dem Namen *Motilité suppléée* zusammengefaßt hat. In Betracht kommt

α) Wirkung der Schwere. Es kann z. B. trotz Lähmung sämtlicher Handbeuger eine scheinbare aktive Flexion im Handgelenk zustande kommen, wenn der Patient die in Pronation ausgestreckte oder erst im Momente der beabsichtigten Flexionsbewegung in Pronation herumgebrachte Hand der Schwere nach fallen läßt. Diese Bewegung kann um so mehr den Eindruck einer willkürlichen Flexion machen, als durch Wiederanspannung der Extensoren dem Herabsinken auf halbem Wege Einhalt geboten werden kann.

β) Relaxationsbewegung. Auch ohne Wirkung der Schwere können durch Wirkung der elastischen Spannung, z. B. der flektierten Finger nach Entspannung der Beuger in eine Mittelstellung zurückfedern, so daß z. B. beim Daumenendglied auch der Geübte bei Beurteilung einer Radialislähmung oft schwer entscheiden kann, ob die beobachtete ganz leichte Bewegung der Endphalanx im Sinne der Dorsalflexion auf Wirkung des regenerierten Extensor pollicis longus oder als rein passive Bewegung durch Erschlaffung des kontrahierten langen Daumenbeugers zu erklären ist.

γ) Mitbewegungen. Mit der Dorsalflexion im Handgelenk verbindet sich aus rein mechanischen Gründen durch Anspannung der Beugesehnen eine Fingerbeugung auch bei Lähmungen aller Flexoren. Umgekehrt wird durch Faustschluß bei Lähmung der Strecker die Hand passiv ohne Extensorenwirkung aufgerichtet, THÖLE<sup>15)</sup>. Mit der Beugung im Handgelenk geht eine Streckung der Finger in den Grundgelenken einher. Die geschlossene Faust öffnet sich, weil die Strecksehnen bei der Handgelenksbeugung relativ zu kurz werden und sich anspannen.

Die unter α bis γ genannten Faktoren sind oft schon allein hinreichend, eine Restitution nach Nervennaht vorzutauschen. So führte z. B. einer meiner Patienten, bei dem eine gleichzeitige Naht des N. ulnaris und Medianus ausgeführt wurde, schon am 5. Tage eine so ausgiebige Beugung im Handgelenk und so deutliche Beugung der letzten 4 Finger aus, daß mein neurologischer Berater, Professor REISS, wie ich selbst, den ersten einwandfreien Beweis für die *Prima intentio nervorum* vor sich zu haben glaubte, bis der mangelnde Fortschritt uns eines Besseren belehrte. (Genaueres Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych., Bd. 36, S. 405.) Die tatsächliche Restitution wurde in diesem Falle erst nach einem Jahr beobachtet.

δ) Ersatzbewegungen. Die Funktionen der Muskeln eines gelähmten Nerven werden nicht selten in gewissem, allerdings meist geringem Grade von benachbarten Muskeln übernommen. Diese Möglichkeiten sind vor allem im Bereiche des N. ulnaris mannigfach. Bei Lähmung dieses Nerven kann eine leichte Spreizung der Finger eine Funktion der Interossei dorsales vortäuschen, während sie tatsächlich durch die Wirkung der vom Radialis versorgten langen Fingerextensoren erfolgt. Eine Daumenadduktion ist, wie RANSCHBURG<sup>16)</sup> an der Leiche feststellte, eine Nebenwirkung des Flexor pollicis longus. Nach LÉTIÉVANT wirken auch der Flexor pollicis brevis und der Opponens in demselben Sinne. Bei der Radialislähmung kann eine leichte Abduktion des Daumenmetacarpus statt durch den Abductor pollicis longus und die beiden Extensoren durch die vom Medianus versorgten Abductor pollicis brevis und Flexor pollicis longus ausgeführt werden. Im übrigen muß hier auf die Darstellung von LÉTIÉVANT, von THÖLE und von RANSCHBURG verwiesen werden. Diese Ersatzbewegungen werden oft erst nach der Operation in der Hoffnung auf rasche Heilung von den Patienten entwickelt und geübt und erscheinen so als Erfolg der Nervennaht.

2. Während in allen bisher angeführten Fällen von einer Besserung der Funktion der gelähmten Muskeln nicht die Rede sein kann, ist in einer zweiten Gruppe eine Besserung in dem Gebiete, das dem genähten Nerven zugeschrieben wird, tatsächlich vorhanden, aber das gelähmte und gebesserte Muskelgebiet bezieht seine Innervation in Wahrheit nicht von dem genähten Nerven, sondern von einem anderen.

α) Es liegt eine Verwechslung bei der Operation vor. So wurde für den oben zitierten Fall LÖWENSTEINS von Rapidheilung des genähten N. radialis folgende Erklärung von RANSCHBURG<sup>17)</sup> äußerst wahrscheinlich gemacht. Es wurde bei der Operation nicht der N. radialis selbst, sondern der verletzte N. cutaneus antebrachii genäht, welcher zuweilen so stark entwickelt ist, daß er für den N. radialis selbst gehalten werden kann. Der Stamm des Radialis war nicht verletzt, konnte sich daher schnell bessern, zumal die Operation vielleicht auch für ihn im Sinne einer Neurolyse wirkte.

β) Es liegen Anastomosen mit einem Nachbarnerven vor, welche unterhalb der Stelle der Verletzung und der Naht den peripheren Abschnitt des genannten Nerven erreichen und ihm ungeschädigte Fasern zuführen. Diese Anastomosen kommen vor allem zwischen Medianus und Ulnaris in verschiedener Form, seltener zwischen Medianus und Musculocutaneus vor. Sie sind von BORCHARDT und besonders von RANSCHBURG<sup>18)</sup> genau studiert. Ihr Vorkommen erklärt Beobachtungen, wie die von GOLDMANN<sup>19)</sup>, daß nach Resektion eines Ulnaris im Ellbogen Funktionsstörungen überhaupt vermißt wurden, ohne weiteres. Nicht ebenso einfach zu beant-

worten ist die Frage, weshalb bei den scheinbaren Rapidheilungen im Bereich des N. ulnaris die nicht durchtrennte kollaterale Bahn von dem Medianus bei dem Abschuß des Ulnaris ebenfalls außer Funktion gesetzt wurde, und weshalb sie nach der Naht im Ulnaris ihre Leitungsfähigkeit wieder gewinnt. DONATH und MAKAI<sup>20)</sup> nehmen an, daß von den Läsionsstellen des Nerven ein chronischer Reiz ausgeht, der die motorischen Zellen des Rückenmarks so erschöpft, daß sie die vom neutralen Hirnneuron zugehenden Bewegungsreize nicht mehr verarbeiten und weiterleiten können. Wird nun die Narbe ausgeschaltet, so hört dieser Ermüdungszustand auf, und die kollaterale Bahn wird funktionsfähig. Vielleicht darf man auch daran denken, daß die Kollateralbahnen durch die vom Schuß ausgehende Fernschädigung, die ja eine mit dem geschädigten Nerv direkt zusammenhängende Bahn besonders leicht erreichen und durch Dehnung und Zerrung schädigen kann, in dieser eine Parese bedingt hat, die auch ohne die ausgeführte Nervennaht sich von selbst in kurzer Zeit zurückgebildet haben würde. Auf jeden Fall liegt bis jetzt kein Fall von Rapidheilung vor, der dazu nötigte, eine *prima intentio nervorum* ohne Degeneration des peripheren Abschnittes des durchtrennten Nerven anzunehmen.

### c) Längste Dauer der Inkubationszeit.

Welches ist der späteste Termin des Besserungseintrittes nach Nervennaht? Wann ist der Mißerfolg einer Nervennaht als endgültig zu betrachten? Die Frage ist praktisch fast noch wichtiger als die nach der kürzesten Inkubationsfrist. Spielt sie doch eine große Rolle bei der Entscheidung über die Frage, ob eine Sehnenplastik, vielleicht auch eine Wiederholung der Nervenoperation, auf die mißlungene Nervennaht folgen soll. Die oben mitgeteilten Tabellen von STRACKER und von RANSCHBURG zeigen aufs deutlichste, daß ein Funktionsbeginn mehr als 1 Jahr nach der Naht durchaus nicht selten beobachtet ist, und zwar auch bei dem prognostisch günstiger zu beurteilenden N. radialis. Von allen 148 von RANSCHBURG beobachteten Besserungen am N. radialis traten 106 = 71,6% im ersten, 42 = 28,4% erst im zweiten Jahre nach der Operation in die Erscheinung.

SPIELMEYER<sup>21)</sup> „hat nach Ischiadikusnaht die ersten Zeichen des Erfolges der Operation nach 2 und sogar nach 2½ Jahren gesehen; auch ein genähter Ulnaris wies die frühesten Symptome der Wiederherstellung der Leitung erst nach 2 Jahren auf“.

Auch wir selbst beobachteten einmal die ersten Zeichen der Funktionswiederkehr nach einer Naht des Nervus peroneus erst nach 2¼ Jahren. Die bis jetzt bei Schußverletzungen längste postoperative Wartezeit hat SUDECK<sup>22)</sup> beobachtet. 3¾ Jahr nach einer Radialisnaht, die selbst nur 2 Monate nach der Verwundung — Schußfraktur des Humerus mit starker Vernarbung des Nerven — ausgeführt war, setzten die ersten Anzeichen der Bewegung ein, denen in kurzer Zeit die völlige Restitutio ad integrum folgte. Aber selbst das ist noch nicht die längste Frist. Der auf S. 566 vergleichsweise mitgeteilte Fall von Friedensverletzung des Radialis bei Humerusfraktur zeigt die erste Besserung, wenn die Angabe des Patienten richtig ist — und ich habe keinen Grund daran zu zweifeln — erst 10 Jahre nach der Operation.

Auch in einem zweiten ähnlichen von v. BRUNS im 11. Lebensjahre operierten Falle, den ich 19 Jahre später nachzuuntersuchen Gelegenheit hatte, zeigte sich erst 3 Jahre nach der Naht des bei Humerusfraktur zerrissenen N. radialis plötzlich die Möglichkeit aktiver Dorsalflexion im Handgelenk. In beiden Fällen war die Kraft aller von dem Radialis versorgten Bewegungen sehr gering. Die Muskulatur zeigte, deutlich meßbar, erhebliche Atrophie. Bei dem zweiten 19 Jahre nach der Naht nachuntersuchten Falle war die Streckung der Grundphalangen der 4 letzten Finger, sowie der Endphalanx des Daumens wenig, aber deutlich eingeschränkt. Es fand sich in diesem Falle an der Nahtstelle ein dickes, auf Berührung sehr empfindliches Neurom.



## d) Die Ausreifungsperiode.

a) **Wiederkehr der Motilität.**

Das erste sicherste und wichtigste Zeichen der beginnenden Restitution ist die Wiederkehr der aktiven Beweglichkeit eines der gelähmten Muskeln. Die Rückkehr erfolgt oft auffallend plötzlich. Die Patienten können nicht selten den Tag, ja die Stunde angeben, sie sind überrascht, daß z. B. „über Nacht“ Besserung gekommen ist, und die vorher schlaff herunterhängende Hand wieder etwas angehoben werden kann. Es kann das wohl nur so verstanden werden, daß die Regeneration schon mehr oder wenig lang vorher erfolgt war, daß aber die Patienten erst lernen mußten, die Willensreize in die neuen Bahnen zu senden. Daß dieses Erlernen plötzlich erfolgt, ist ja eine bei vielen komplizierten, insbesondere sportlichen Übungen ganz bekannte Erscheinung. Der psychische Faktor spielt entschieden bei der Funktionswiederherstellung nach der Nervennaht eine große Rolle und ein Teil der Mißerfolge ist psychisch bedingt.

Die weitere Besserung vollzieht sich an den verschiedenen Muskeln des genähten Nerven im allgemeinen in gesetzmäßiger Reihenfolge. Diese seit langem bekannte Gesetzmäßigkeit tritt besonders im N. radialis immer deutlich hervor. So erfolgte die erste Handhabung bei einem unserer Patienten 8 Monate nach der Nerven-naht, die erste Extension der Grundphalangen im 11., die erste Extension des Daumenendgliedes im 14. Monat. Nach FOERSTER erfolgt die Funktionswiederkehr an den einzelnen Muskeln in folgender Reihenfolge:

N. radialis: Trizeps, Brachiorad., Extensor carpi rad., Extensor dig. com., Abductor poll. long., Extensor poll. long.

N. medianus: Pronator teres, Flexor carpi rad., Flex. dig., Muskeln des Daumenballens.

N. ulnaris: Flexor carpi uln., Flexor digit. prof., kleine Handmuskeln, zuletzt — wenn überhaupt — Mm. interossei.

N. tibialis: Triceps surae, Tibialis post., Flexor digit., Flexor halluc., Sohlenmuskeln.

N. peroneus: Mm. peronei zuerst Peroneus long., Extensor digit., Tibialis ant., Extensor hallucis.

Bei hoher Verletzung des Ischiadikus werden zuerst die Kniebeuger, dann die Wade, dann die Mm. peronei innerviert, dann geht, nach FÖRSTER, die Restitution in der oben geschilderten Weise weiter. Es verdient aber hervorgehoben zu werden, daß Regeneration im Peroneusgebiet zuweilen sehr viel später erfolgt als im Tibialisgebiet.

So zeigte z. B. ein von E. MÜLLER, Stuttgart, operierter Offizier, den ich mehrmals zu untersuchen Gelegenheit hatte, am Ende des ersten Jahres nach Naht des durchtrennten Ischiadikus Funktion der Wadenmuskeln, und erst nach etwas über 2 Jahren die ersten Zeichen von Funktion im Peroneusgebiet. Bei einem analogen von RANSCHBURG<sup>23)</sup> genau mitgeteilten Falle betrug die Differenz zwischen dem Beginn im Peroneus und Tibialisgebiet mindestens 4 Monate. Bei 5 Fällen von Ischiadikusnaht, bei welchem ich selbst einen positiven Erfolg konstatierte, betraf dieser ausschließlich das Tibialisgebiet, wahrscheinlich weil der Peroneus zur Zeit der Untersuchung noch nicht an die Reihe gekommen war. — Die Zahlen in den Tabellen von FÖRSTER lassen allerdings nur geringe Zeitdifferenzen zwischen Peroneus und Tibialis zugunsten des letzteren erkennen, und STRACKER gibt sogar an, daß bei der letzten Durchsicht seines Materials die Muskeln des N. peroneus rascher und mindestens ebenso zahlreich und kräftig als die Muskeln des N. tibialis sich erholen.

Im allgemeinen bestätigen die an dem großen Material von Nervennähten nach Schußverletzung gemachten Erfahrungen den von ETZOLD<sup>24)</sup> 1889 aufgestellten Satz, daß „sich nach Nervendurchschneidungen die proximal gelegenen Nervenpartien früher und vollständiger regenerieren als die distalen“. Die Erklärung hat schon ETZOLD darin gefunden, daß der Weg, der von den nachwachsenden Fasern

zurückzulegen ist, für die proximal gelegenen Muskeln ein kürzerer ist, eine Erklärung, die allgemein angenommen wird.

FÖRSTER zieht außerdem eine „besondere Vulnerabilität“ und dadurch bedingte langsame Regeneration der Fasern mit längerer Wegstrecke heran (weshalb?). — Auch AUERBACH<sup>25)</sup> glaubt besonders mit Rücksicht auf die ungünstigen Resultate im N. peroneus mit der Erklärung durch die längere Wegstrecke nicht auskommen zu können, und hat für die Erklärung der dissoziierten Lähmungen und des typischen Ablaufes der Restitution den Satz aufgestellt, der in der neurologischen Literatur als „Auerbachsches Gesetz“ geführt wird: „Diejenigen Muskeln erlahmen am raschesten und vollkommensten, bzw. erholen sich am langsamsten und am wenigsten, die die geringste Kraft, ausgedrückt durch das Muskelgewicht, besitzen und ihre Arbeitsleistung unter den ungünstigsten physikalischen, physiologischen und anatomischen Bedingungen zu vollbringen haben, während die in dieser Beziehung besser gestellten Muskeln von der Lähmung größtenteils verschont bleiben.“

Oft bleibt ohne erkennbaren Grund bei der Restitution einer Muskelgruppe ein Muskel längere Zeit zurück oder fällt auch für die Dauer aus. Wir beobachteten das z. B. bei dem Extensor des Mittelfingers einer sonst vollkommenen Radialisregeneration. Immer sind die Muskeln, die ihre Funktion wieder aufgenommen haben, rascher ermüdbar, sie können nicht so lange wie normale, im Kontraktionszustande verharren und sind auch rascher erschöpfbar, d. h. sie können ihre Kontraktion nur ein oder wenige Male ausführen, um dann wieder als völlig gelähmt zu erscheinen. Mit der zunächst noch großen Schwäche des wieder neurotisierten Muskels hängt es auch zusammen, daß bei der Restitution nach Radialisnaht es eine Phase gibt, in der die passiv zur Wagrechten erhobene Hand zwar einige Sekunden gehalten, nicht aber aktiv erhoben werden kann.

Auf die Prüfung der Kraft haben RANSCHBURG und STRACKER auch bei der Feststellung des Endergebnisses mit Recht besonderen Wert gelegt. RANSCHBURG bedient sich dazu einfach angehängter, mit Gewichten belasteter Schalen, STRACKER einer besonders konstruierten Dezimalwage. Bei der Prüfung von erfolgreichen Nervennähten (Radialis, Ischiadikus) im 2. und 3. Jahre nach der Operation fand STRACKER die Kraft der wieder funktionierenden Muskeln im Vergleich zu den gesunden noch „ungemein gering“, obwohl zur Prüfung nur die „schöneren“ Fälle herangezogen wurden, die längst entlassen waren und ihrem bürgerlichen Beruf nachgingen. Leistung  $1/12$ — $1/3$  des Normalen. — Bei unsern besten Fällen von Radialis- und Medianusnaht fanden wir 4 Jahre nach der Operation bei qualitativ vollkommener Leistung die Kraft nur noch auf etwa  $4/5$  des Normalen herabgesetzt.

Auch wenn der Regeneration lange Zeit zu ihrer vollen Entwicklung gelassen ist, wird die Kraft — auch bei qualitativ ziemlich vollständiger Wiederherstellung — nicht immer normal. Es geht das aus den auf S. 585 mitgeteilten Nachuntersuchungen von Radialisnähten, 12 bzw. 19 Jahre nach der Operation, deutlich hervor.

#### β) Wiederkehr der Sensibilität.

Die Rückkehr erfolgt für die verschiedenen Hauptarten\*) der Empfindungen durchaus getrennt. Am frühesten stellt sich immer die Empfindung für Schmerz und extreme Temperaturgrade wieder her. Dieser Teil der Funktionsrückkehr geht

\*) Es ist auffallend, daß in der deutschen Literatur, auch der neurologischen, unter der Berufung auf die Untersuchungen von HEAD und SHERREN, immer nur 2 Gefühlsqualitäten unterschieden werden, die epikritische und die protopathische. Tatsächlich unterscheiden HEAD und SHERREN in ihrer sehr lesenswerten Arbeit: *The afferent nervous system from a new aspect. Brain Part II* 1905 S. 99, 3 prinzipiell verschiedene Gefühlsqualitäten, welche nach ihren Untersuchungsergebnissen auf verschiedenen Wegen geleitet werden: 1. Tiefensensibilität, geleitet durch Fasern, die mit den motorischen Nerven verlaufen, 2. protopathische Sensibilität für Schmerz, starke Hitze- und Kältegrade, geleitet durch Fasern der sensiblen Nervenstämmen, die nach Durchtrennung rasch regenerieren und mit Fasern der Nachbargebiete sich weit überkreuzen. 3. Epikritische Sensibilität für feines Tastgefühl und feine Temperaturunterschiede, geleitet durch Fasern, die langsam, nicht vor 6 Monaten regenerieren und auf bestimmte Hautbezirke beschränkt bleiben.

der Restitution im Bereich der Motilität in der Regel voraus. Die Länge der von den regenerierten Nerven zurückzulegenden Wegstrecken spielt nach HEAD für die Restitution dieser Empfindungen keine Rolle. Ganz anders verhält sich die „epikritische Sensibilität“, die Fähigkeit dieser feinen Oberflächenempfindung, zur Unterscheidung von spitz und stumpf und zur Empfindung der gewöhnlichen Temperaturunterschiede. Diese Gefühlsqualität kehrt immer erst spät, lange nach der protopathischen Funktion und der elektrischen Erregbarkeit der Muskeln zurück. Bei dem Experimente von HEAD mit Durchschneidung und Naht des Ramus cutaneus Nervi radialis an seinem eigenen Arme hatte die Hand ihre Sensibilität, geprüft mit Watteflocke und Zirkel, trotz fortschreitender Regeneration nach 2 Jahren noch nicht vollkommen wiedergewonnen. Wir konnten diese Erfahrung bei dem von uns am längsten verfolgten Fall von erfolgreicher Medianusnaht durchaus bestätigen.

Die Naht war am 22. 1. 15 nach Anfrischung der beiden Stümpfe des völlig durchtrennten Nerven ausgeführt, am 6. 3. 19, mehr als 4 Jahre nach der Operation, verhielten sich die aktiven Bewegungen und die elektrische Reizbarkeit der Medianusmuskeln völlig normal. Trotzdem fand sich bei neurologischer Untersuchung eine ausgesprochene Hypästhesie im ganzen Medianusgebiet der Hohlhand und auf der Streckseite der 2 letzten Phalangen des 2. und 3. Fingers; Wärme und Kälte konnte jedoch unterschieden werden.

An den verschiedenen Nerven konstatierte RANSCHBURG<sup>26)</sup> über die Wiederkehr der Tastempfindung folgendes:

Tabelle 5.  
Wiederkehr der Sensibilität.

	Zahl der Fälle mit Besserung der Motilität	Darunter zeigen Wie- derkehr der epikriti- schen Sensibilität
Radialis . . . . .	63	6 = 10%
Medianus . . . . .	13	4 = 30,8%
Ulnaris . . . . .	24	10 = 43,5%
Tibialis . . . . .	12	—
Peroneus (Durchtren- nungen unterhalb des Knies) . . . . .	15	4 = 26,7%

Weitaus die Mehrzahl der Fälle zeigte also zu dem Zeitpunkte der Untersuchung (1—2 Jahre nach der Operation) noch Oberflächenanästhesie. Am Tibialis wurde Wiederkehr der epikritischen Sensibilität in keinem Falle beobachtet.

In einem Falle von Naht des querdurchtrennten Medianus am Vorderarm konnten wir 6½ Monate nach der Operation Rückkehr der Empfindung in dem vorher völlig anästhetischen Gebiet der Hand beobachten, jedoch mit abnormer Lokalisation der Empfindungen. Bei Berühren der Beugeseite des Daumenendglieds wurde jedesmal die Empfindung in die Beugeseite des Grundglieds des Zeigefingers verlegt. Der Ausfall des Versuches war immer gleich und kann nur durch die Annahme erklärt werden, daß in das sensible Gebiet des Daumens Bahnen abgeirrt sind, die früher für den Zeigefinger bestimmt waren.

#### γ) Trophische Störungen.

Wie die sensiblen verschwinden auch die trophischen Störungen erst lange nach der Wiederkehr der motorischen Funktion des durchtrennten Nerven. Das macht sich besonders unliebsam bemerkbar bei den trophischen Geschwüren im Ischiadikusgebiete, die vor vollständiger Nervenregeneration allen Heilversuchen zu trotzen pflegen.



So sahen wir nach erfolgreicher Naht des in der Mitte des Oberschenkels durchtrennten Ischiadikus zwar gute Wiederkehr der motorischen Funktion, im Tibialisgebiet (nicht im Peroneus) Wiederkehr des Gefühles für Tastempfindung, Wärme und Schmerz in der hinteren Hälfte der Fußsohle. In der vorderen Hälfte der Fußsohle aber nur Wiederkehr des Schmerz- und Druckgefühles, und hier an den Zehenballen tiefe trophische Ulzera, die genau 3 Jahre nach der Nervennaht zur Amputation nach PIROGOFF nötigten.

Diese Erfahrung stimmt nicht ganz zu der Anschauung von HEAD, nach der die trophischen Störungen an den Ausfall der schneller regenerierten protopathischen Sensibilität geknüpft sein sollen (vgl. Anm. S. 587), sie steht eher in Einklang zu den umfassenden Kriegsbeobachtungen von DIMITZ<sup>27)</sup>, nach denen die trophisch sekretorischen und vasomotorischen Störungen bei Entstehung und Rückbildung durchaus der Schädigung und Regeneration der sensiblen Nerven, ohne Beschränkung auf ein besonderes Fasersystem, parallel gehen.

#### δ) Elektrische Erregbarkeit.

Von dem Verhalten der elektrischen Erregbarkeit in der Ausreifungsperiode, über welches RANSCHBURG<sup>28)</sup> und FÖRSTER<sup>29)</sup> eingehende Mitteilungen machen, sei hier nur hervorgehoben, daß bei neurologischer Untersuchung faradische Erregbarkeit vom Nerven aus in der Regel erst nach dem Wiederbeginn der motorischen Funktion beobachtet wird. Bei dem Vergleich der elektrischen und der Willenserregbarkeit ist aber zu beachten, daß die in Regeneration befindlichen Nervenfasern, wie sich in meinen Versuchen zeigte<sup>30)</sup>, erst auf Ströme viel größerer Dichte ansprechen als normale, daß infolgedessen sehr oft der freigelegte Nerv bei der Operation in seinen regenerierten Fasern erregbar gefunden wird, wenn er durch die bedeckende Haut hindurch gereizt nicht anspricht, daß also die Möglichkeit eines Parallelgehens der Wiederkehr von elektrischer und Willenserregbarkeit nicht abzuweisen ist.

Nicht so ganz selten wurde nun in scheinbarem Widerspruche mit der eben angegebenen Regel bei Nachuntersuchung von Nervennahtfällen beobachtet, daß trotz gut vorhandener faradischer Erregbarkeit die willkürliche Funktion noch vollkommen fehlte. Die Erklärung für dieses auffallende Verhalten liegt auf psychischem Gebiete. Es genügt nicht, daß die neugebildeten Achsenzyylinder wieder ihren Anschluß an die Muskulatur gefunden und ihre volle Leitfähigkeit wiedererlangt haben, die Psyche muß vielmehr erst von neuem erlernen, den Willensreiz in die neu angelegten Bahnen zu entsenden. Darauf, daß dem so ist, weist schon die Plötzlichkeit, mit der die Funktion in einem großen Teile des vorher gelähmten Gebietes zurückkehrt, hin. Zuweilen tritt in dieser psychischen Leistung eine Verzögerung, zuweilen sogar — bei hysterischen Zuständen — unüberwindbare Hemmung auf. Meistens aber pflegt die durch die elektrische Muskelreizung wirksam unterstützte Suggestion diese Hemmung prompt zu beseitigen. Zuweilen bleibt aber trotz organischer Heilung die hysterische Lähmung unheilbar zurück, die organische Lähmung zuerst überlagernd und später an ihre Stelle tretend — Verhältnisse, die auch der Chirurg kennen muß, und die es dringend notwendig machen, daß die Ergebnisse der Nervennaht von Neurologen und Chirurgen beobachtet werden.

Auch die Untersuchung mit dem galvanischen Strom kann noch schwere Störungen partieller Entartungsreaktion zeigen und die direkte Muskeleerregbarkeit kann noch vollkommen fehlen, wenn die aktive motorische Funktion schon deutlich wieder vorhanden ist (RANSCHBURG). Es ergibt sich hieraus, daß wir in der elektrischen Untersuchung kein Mittel haben, das uns den Erfolg der Nervennaht im positiven oder negativen Sinne während der Ausreifungsperiode beurteilen und etwa eine bevorstehende Wiederkehr der aktiven Beweglichkeit voraussagen ließe. Nur zur Beurteilung der psychogenen Lähmungen, die trotz organischer Heilung zurückbleiben, behält die elektrische Untersuchung sehr großen Wert.

e) Sind wir imstande, die beginnende Funktionsrückkehr zu erkennen?

P. HOFFMANN<sup>31)</sup>, Würzburg, glaubte feststellen zu können, daß bei im Gang befindlicher Regeneration, und zwar nur in diesem Falle, ein leichtes Klopfen auf den Stamm des Nervens distal von der Nahtstelle eine Empfindung auslöst, die in das sensibel gelähmte Gebiet des unterbrochenen Nerven verlegt wird. Ich habe den HOFFMANNschen Klopfversuch oft, nicht nur nach der Nervennaht, sondern vor der operativen Freilegung des Nerven mit positivem Ergebnis ausgeführt und dennoch bei der Operation gesehen, daß eine vollständige, nur durch narbiges Gewebe überbrückte Kontinuitätstrennung vorlag. (Beobachtungen am Radialis, Ulnaris, Peroneus.) Man darf sich wohl auf Grund der Reizversuche am freigelegten Nerven mit histologischer Untersuchung der Nervennarben vorstellen<sup>32)</sup>, daß zwar die Nervennarbe durchwachsen ist von neugebildeten Achsenzyklindern, daß aber von diesen die motorischen ihre Leitfähigkeit lange noch nicht wiedererlangten, auch wenn einige sensible Fasern für relativ starke Reize bereits wieder durchlässig geworden. Jedenfalls kann ich mit THÖLE, NONNE u. a. die praktische Brauchbarkeit des HOFFMANNschen Versuches nicht anerkennen. Ein sicheres Zeichen, daß die bevorstehende Funktionswiederkehr ankündigt, haben wir zur Zeit überhaupt nicht. Allerdings glaube ich mehrmals bestimmt beobachtet zu haben, daß schon vor dem Schwinden der motorischen Lähmungen des N. radialis die Muskelatrophie sich zu bessern begann, so daß man vielleicht hieraus einen gewissen Hinweis auf die bevorstehende Regeneration ableiten könnte.

z) Dauer der Ausreifungsperiode.

Bis zum völligen Abschluß der Ausheilung dauert es lange. SPIELMEYER<sup>33)</sup> „berechnet die Zeit einer Rückbildung einer Radialislähmung nach der Naht durchschnittlich auf 14 Monate, bei den meisten anderen Nerven dauert die definitive Rückbildung  $1\frac{3}{4}$ —2 Jahre“. Nach unseren Erfahrungen möchte ich die Dauer der Ausreifungsperiode in Übereinstimmung mit den nach Nervennaht wegen Schnittverletzung gemachten Beobachtungen (OBERNDÖRFFER<sup>34)</sup>) noch als wesentlich länger veranschlagen, wenigstens dann, wenn man von dem Abschluß der Heilung nicht nur eine praktisch gute Brauchbarkeit des Gliedes, sondern eine völlige Restitutio ad integrum fordert. So konnten wir bei 2 Fällen von Radialislähmung, die praktisch als geheilt zu bezeichnen waren, und bei denen alle Radialismuskeln ohne Ausnahme funktionierten, noch im 3. Jahre nach der Naht beim Vergleich mit dem anderen Arm feststellen, daß der Muskelschwund noch nicht vollkommen ausgeglichen war. Auch ergab die neurologische Untersuchung partielle Entartungsreaktion. Bei einer anderen, ebenfalls sehr schön geheilten Radialisnaht, war nach mehr als 4 Jahren eine geringe Herabsetzung der groben Kraft, eine geringes Zurückbleiben der Finger im Grundgelenk bei gleichzeitiger Dorsalflexion der Hand, sowie eine Beeinträchtigung der Abduktion des Daumenmetakarpus nachweisbar. Eine sonst vollkommen gelungene Medianusnaht zeigte 4 Jahre nach der Operation noch deutliche Störungen der Sensibilität. Dabei gaben alle diese Patienten mit Bestimmtheit an, daß sie im letzten Jahre noch eine fortschreitende Besserung verspürt hatten.

Während der Ausreifung ist der Fortschritt der Besserung keineswegs immer gleichmäßig. Es kann z. B. bei Regeneration nach Radialisnaht der Mittelfinger oder der Zeigefinger in auffallender Weise zurückbleiben. Ein relativ früher Beginn der Funktionsrückkehr gibt keine Gewähr dafür, daß der weitere Fortschritt entsprechend schnell sich vollzieht, oder daß das Ergebnis überhaupt ein befriedigendes sein wird. So sahen wir z. B. bei Ulnarisnaht noch im 4. Jahre nach der Operation die Lähmung und Atrophie der Interossei unverändert, trotzdem bereits im 1. Jahre die langen Ulnarismuskeln ihre Funktion wiedergewonnen hatten.

## e) Statistik der Erfolge.

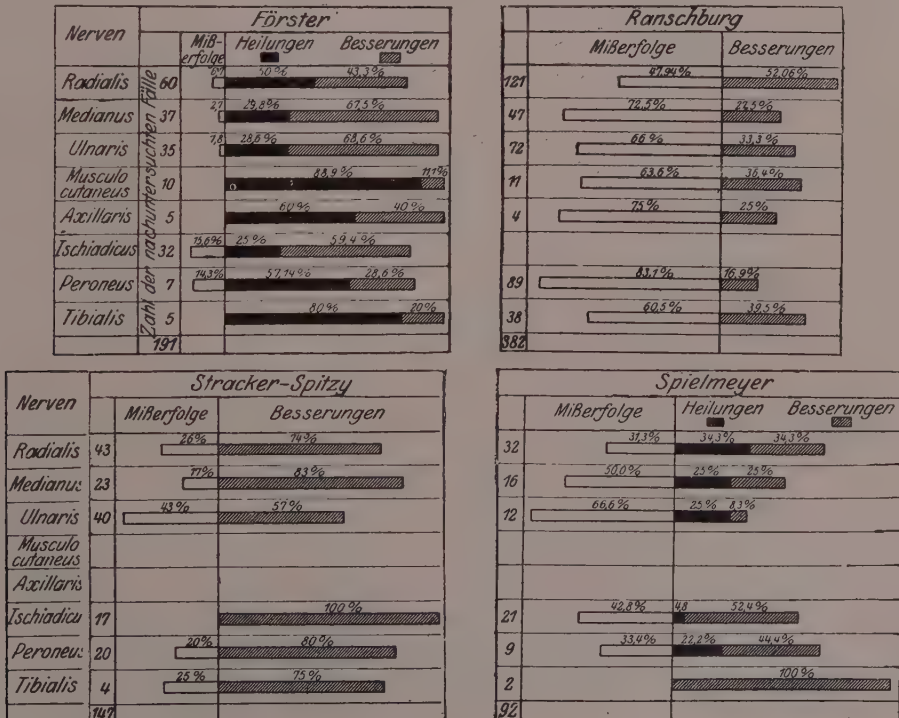
Der in vielen Fällen späte Eintritt des Besserungsbeginnes, die lange Dauer der Ausreifungsperiode, vor allem aber die Schwierigkeit, auch nur einen beträchtlichen Teil der operierten Fälle zur Nachuntersuchung zu bekommen, machen es sehr schwer, ein zuverlässiges Urteil über die Erfolge der Nervennaht zu gewinnen. Trotzdem eine Ergänzung des vorliegenden Materials noch immer sehr erwünscht bleibt, geben doch die vorgelegten Statistiken bemerkenswerte Anhaltspunkte für die Beurteilung.

Tabelle 6.  
Besserungen nach Nervennaht (Gesamtstatistik).

Autoren (wo nicht anders bemerkt, sind Autor und Operateur identisch)	Publikations- termin	Zahl der Nachunter- suchten	Davon gebessert
FÖRSTER (Breslau) . . . . .	Sept. 1917	207	181 = 93,3%
KÜNZEL, Operateur: HOLZ (Freiburg)	Ende 1917	44	30 = 67,7%
KUKULA (Prag) . . . . .	Febr. 1916	40	28 = 70%
LEHMANN, Operateur: Chirurg. Klinik, Göttingen . . . . .	Anfang 1918	64	23 = 36%
MAUSS und KRÜGER, Operateur: KRÜGER (Dresden) . . . . .	„ 1917	30	11 = 37%
RANSCHBURG, Operateur: V. VEREBÉLY (Budapest) . . . . .	Juli 1918	414	148 = 35,7%
SPIELMEYER (München), verschiedene Operateure . . . . .	Ende 1918	100	59 = 59%
STRACKER und SPITZY (Wien) . . . .	„ 1918	147	110 = 75%
STOFFEL (Wiesbaden), verschiedene Operateure . . . . .	„ 1918	127	79 = 62%

Mit Angabe der Erfolge an den einzelnen Nerven liegen folgende wichtige Statistiken vor<sup>35-38</sup>).

Tabelle 7. Erfolge der Nervennaht an den einzelnen Nerven.





Die wegen ihrer guten Bearbeitung besonders wichtige Statistik von RANSCHBURG erscheint deshalb ungünstiger als die anderen, weil in ihr auch Fälle enthalten sind, die relativ früh aus der Beobachtung ausschieden und bei längerer Beobachtung sicher z. T. Besserungen gezeigt hätten.

Schwer verständlich ist der auffallende Unterschied zwischen den glänzenden, alles andere weit überragenden Resultaten FÖRSTERS und den Resultaten der übrigen Autoren, um so mehr, als sich dieser Unterschied nicht nur auf die Zahl der Besserungen und Heilungen (37 Ulnarisnähte und 39 Medianusnähte mit nur je 1 Mißerfolg) bezieht, sondern auch auf die Schnelligkeit, mit der diese erreicht wurden. Beginn der Besserung nach Radialisnaht in  $1\frac{1}{2}$ –2 Monaten, völlige Heilung in 7 Monaten, sind nach den von FÖRSTER ausgeführten Operationen keine Seltenheit gewesen.

Unsere eigenen Resultate stellen sich, soweit Nachuntersuchung möglich war, wie folgt:

Tabelle 8.

Erfolge an den einzelnen Nerven (Material der Tübinger Klinik).  
12 Monate oder länger nach Nervennaht untersuchte Fälle.

	Zahl der Nachuntersuchten	Bedeutende Besserung	Mäßige Besserung	Insgesamt gebessert
Radialis, Naht ohne Humerusverkürzung . . . . .	20	4	11	15 = 75 %
Radialis, Naht mit Humerusverkürzung . . . . .	12	4	4	8 = 67 %
Medianus . . . . .	11	1	7	8 = 73 %
Ulnaris . . . . .	11	1	6	7 = 64 %
Ischiadikus . . . . .	6	—	5	5 = 83 %
Tibialis . . . . .	2	—	—	0 = 0 %
Peroneus . . . . .	7	—	4	4 = 57 %
Plexus brachialis . . . . .	5	—	2	2 = 40 %
Summe	74	10	39	49 = 66 %

Zur Ergänzung gebe ich eine Statistik über Fälle, die von verschiedenen Chirurgen operiert, in württembergischen Lazaretten von Fachärzten für Neurologie, BUTTERSACK (Heilbronn), KOSCHELLA (Stuttgart), LIEBERMEISTER (Ulm) und REISS (Tübingen), wenigstens 10 Monate nach der Operation untersucht worden sind.

Tabelle 9.

Nervennahte verschiedener Operateure.  
Nach mindestens 10 Monaten von württembergischen Neurologen nachuntersucht.

	Zahl der Nachuntersuchten	Bedeutende Besserung	Mäßige Besserung	Insgesamt gebessert
Radialis . . . . .	17	1	11	12 = 71 %
Medianus . . . . .	13	—	8	8 = 61 %
Ulnaris . . . . .	8	1	4	5 = 62 %
Ischiadikus . . . . .	14	1	6	7 = 50 %
Peroneus . . . . .	6	—	5	5 = 83 %
Summe	58	3	34	37 = 64 %

f) Einfluß des Verletzungsalters. Kann eine spät ausgeführte Nervennaht Erfolge haben?

Über die Dauer der Frist zwischen Verletzung und Operation und ihre Beziehung zu den erzielten Resultaten werden statistische Angaben von RANSCHBURG und von STRACKER vorgelegt.

Tabelle 10.

Verletzungsalter nach RANSCHBURG.

Verletzungsalter	Zahl der Nervennähte	Zahl der Besserungen
2—6 Monate . .	59	28 = 47,5%
6,1—12 „ . .	147	76 = 41,3%
Mehr als 1 Jahr .	169	43 = 25,3%
„ „ 2 Jahre.	11	1 = 9,1%

Tabelle 11.

Einfluß des Verletzungsalters nach STRACKER. A.

Verletzungsalter	Zahl der Nervennähte	Zahl der Besserungen
1—3 Monate . .	21	17 = 80 %
4—6 „ . .	46	38 = 82 %
7—22 „ . .	69	51 = 76 %

Die von RANSCHBURG ermittelte größere Zahl der Besserungen bei Operation in den ersten Monaten läßt sich aus den Strackerschen Zahlen nicht deutlich entnehmen, doch legt STRACKER selbst größeren Wert auf das Verhältnis der reichlichen Besserungen zu den weniger vollkommenen Besserungen.

Tabelle 12. Einfluß des Verletzungsalters nach STRACKER. B.

Verletzungsalter	Zahl der Nervennähte	Bedeutende Besserung	Mäßige Besserung	Nicht gebessert
1—3 Monate . . . . .	21	14 = 66 %	3 = 14 %	4 = 20 %
4—6 „ . . . . .	46	23 = 50 %	15 = 32 %	8 = 18 %
7—22 „ . . . . .	69	17 = 24 %	34 = 50 %	18 = 26 %
Summe	136	54 = 40 %	52 = 38 %	30 = 22 %

Wir selbst haben unsere Fälle überwiegend im 3.—7. Monate zur Operation bekommen und konnten innerhalb dieses Spielraumes an den Ergebnissen keinen Einfluß des Verletzungsalters auf den Ausfall der Resultate nachweisen. Trotzdem müssen wir mit Rücksicht auf die im Abschnitt „Indikationsstellung“ dargelegten Gründe einerseits, auf die Statistiken RANSCHBURGS und STRACKERS andererseits die Ausführung der Nervennaht möglichst bald nach Abschluß der Wundheilung für zweckmäßig halten.

Damit soll nicht gesagt sein, daß nicht in einzelnen Fällen auch spät ausgeführte Nähte zum Erfolg führen könnten, der allerdings kaum jemals ein ganz vollkommener zu sein scheint. Aus der Friedenschirurgie erwähnt OBERNDÖRFER<sup>39)</sup> den „viel zitierten Fall TILLAUX 14 Jahre“ und eine Ischiadikusnaht von CERVERA 11 Jahre nach der Verletzung als erfolgreich. HEAD und SHERREN konstatierten nach einer Ulnarisnaht, die 502 Tage und einer Medianusnaht, die 375 Tage nach einer Schnittverletzung ausgeführt war, die Wiederkehr der ersten Bewegungen nach wenig über einem Jahre. Aus dem Kriege sind als Beispiele erfolgreicher Spätnähte zu erwähnen: ein Fall von SPIELMEYER<sup>40)</sup> Nervennaht des Peroneus 2 Jahre post trauma, 1 Jahr später Peroneusfunktion größtenteils hergestellt, und 3 ähnliche einwandfreie Fälle von STOFFEL<sup>41)</sup>. Wir selbst haben in 2 Fällen von Radialisnaht, die wegen großen Defektes mit Humerusverkürzung ausgeführt wurde, nach Operation im 11. bzw. 12. Monate fortschreitende Regeneration des Radialis beobachtet und sahen ebenso nach einer 17 Monate nach der Verletzung ausgeführten Ischiadikusnaht gute Funktionsrückkehr im Tibialisgebiet.

Alle diese Beobachtungen werden durch die auf S. 555 dargelegte Tatsache, daß die Muskulatur ganz anders wie der durchtrennte Nerv keineswegs sofort der degenerativen Atrophie verfällt, vielmehr weit über ein Jahr normale histologische Struktur und faradische Reizbarkeit behalten kann, verständlich.

So wünschenswert es bleibt, die Patienten zu dem von uns näher bezeichneten frühen Termin zur Operation zu bekommen, so wird man doch eine Spätoperation nicht ablehnen dürfen, wenn nicht hochgradige Muskelatrophie oder Gelenkkontraktionen eine Gegenanzeige abgeben.

## g) Bemerkungen zu den Ergebnissen an einzelnen Nerven.

Von Nerven, die in den Statistiken noch nicht mitaufgeführt sind, ist der N. facialis z. B. von THÖLE<sup>42)</sup> mit dem Erfolge genährt worden, daß die Neuinnervation der gelähmten Gesichtsmuskulatur 7 Monate nach der Operation deutlich im Gang war. — Die Ergebnisse am Plexus brachialis werden sehr verschieden beurteilt.

SPITZY, STRACKER hatten 1916 100% Besserungen, aber es kann zweifellos nicht jede Besserung nach einer Naht im Bereiche des Plexus als Erfolg der Operation angesehen werden. Denn der Schuß, der die eine oder andere Wurzel des Plexus zerreißt, ruft wohl immer auch in den benachbarten Wurzeln Fernschädigungen hervor, deren spontanes Verschwinden als Operationserfolg imponieren kann. Wir sahen nach Resektion und Naht des oberen Hauptbündels des Plexus in seinem supraklavikularen Teile, der die gesamten Fasern für Axillaris liefert, schöne Regeneration dieses Nerven. Die Operation war durch temporäre Durchtrennung der Klavikula sehr erleichtert. Mehrere trotz sehr hoher Durchreißung der Wurzel des Plexus erfolgreich operierte Fälle teilt RANSCHBURG<sup>43)</sup> mit, darunter einen mit Zerreißung sämtlicher Wurzeln und wenigstens teilweiser Wiederherstellung. RANSCHBURG macht aber auf die großen, anatomischen Schwierigkeiten aufmerksam, die sich bei der Beurteilung der Operationen am Plexus entgegenstellen können.

Am Axillaris und am Musculo cutaneus hatte FÖRSTER unter 5 bzw. 10 Fällen „keinen Versager“. Er setzt den Musculo cutaneus mit 8 Heilungen auf 10 Fälle an die Spitze der Erfolge. In den ersten Kriegsjahren wurden die relativ häufigsten und besten Erfolge im Radialis gesehen. Nach den Statistiken von FÖRSTER und von SPITZY, STRACKER scheint der N. radialis aber seine führende Rolle, die besonders auch von RANSCHBURG<sup>44)</sup> betont wird, verloren zu haben. Auch heute läßt sich aber der Satz aufrechterhalten, daß voll befriedigende Ergebnisse am häufigsten am Radialis gesehen werden. Bei Medianus- und Ulnarislähmungen kommt die Funktion der so wichtigen kleinen Hand- und Fingermuskeln auch im günstigsten Falle erst sehr viel später wieder als die Funktion der Muskeln am Vorderarm. In den allermeisten Fällen bleibt eine Atrophie und Schwäche dieser Muskeln dauernd zurück. Sehr oft ist die bei Ulnarislähmung entwickelte Krallenstellung nicht zu beseitigen und RANSCHBURG macht darauf aufmerksam, daß in einem gewissen Stadium, nämlich dann, wenn die langen Beuger schon funktionieren, die Interossei und Lumbrikales aber noch nicht erschlossen sind, die Regeneration die Entstehung einer Krallenhand direkt befördern muß. Uns selbst ist weder aus dem eigenen Material, noch aus dem von schwäbischen Neurologen nachuntersuchten Material fremder Operateure auch nur ein einziger Fall von Ulnarislähmung nach Schuß bekannt, dem wir das Prädikat der vollkommenen Heilung zuerkennen könnten.

In unserem besten Falle von Ulnarislähmung, der 2¼ Jahr nach der Operation kontrolliert wurde, war die Lähmung von Adductor pollicis und Interossei zurückgegangen, der Nerv indirekt wieder faradisch erregbar, doch bestand noch Atrophie am Kleinfingerballen und dem Interosseus des 5. Fingers. Streckung und Abduktion des 5. Fingers war noch behindert. Das Gefühl an der Spitze des kleinen Fingers war noch taub. Die Hand war für die gewöhnliche Arbeit wohl gebrauchsfähig, doch machten sich die Störungen der Beweglichkeit des 5. Fingers beim Klavierspiel unliebsam bemerkbar.

Über den N. ischiadicus und seine Äste ist das Urteil im Laufe der Jahre besser geworden, als es am Beginn des Krieges war. Es beruht dies darauf, daß gerade im Gebiete des Ischiadikus die Erfolge oft lange auf sich warten ließen, schließlich aber nach 2 Jahren und noch längerer Zeit doch in die Erscheinung traten. Auf das verschiedene Verhalten von Tibialis und Peroneus sind wir bereits oben eingegangen. Der N. cruralis ist nur selten Objekt der Nervennaht gewesen. FÖRSTER berichtet über 2 gebesserte Fälle (während ich nach Schnittverletzung eine vollkommene Heilung sah), sowie über einen völlig erfolgreichen Fall von Naht des Glutaeus inferior.



## h) Die Ursachen von Mißerfolgen.

Als Ursache von Mißerfolgen kommen sehr verschiedene Dinge in Betracht: Insuffizienz der Naht, sei es infolge zu großer Spannung, sei es infolge wiederaufgeflackter ruhender Infektion, Unmöglichkeit der Anfrischung der Nerven im Gesunden, Beeinträchtigung der Regenerationskraft des Nerven, durch die von dem Schuß auf weite Strecken der Fasern und vielleicht auch auf die spinalen Ganglien übertragene Schädigung, Abirren der regenerierten Fasern von der Nahtstelle in die Nachbarschaft oder Abirren der motorischen Fasern in sensible Bahnen, sekundäre Einschnürung der Nahtstelle durch neugebildete Narbe, Entwicklung schwerer Gelenkversteifungen und Kontrakturen, die den Nutzen auch einer vollkommenen Nervenregeneration verhindern müssen, endlich psychogenes Festhalten einer organischen Lähmung — alles dieses kann für das Ausbleiben eines Erfolges verantwortlich sein. Alle diese Faktoren machen sich bei den Schußverletzungen des Krieges in noch weit höherem Maße geltend, als etwa bei Schnittverletzungen. Es ist daher nur zu leicht verständlich, daß die Ergebnisse der Nervennaht bei Schußverletzungen im ganzen betrachtet, nicht vollkommen befriedigend ausgefallen sind. Die Zeit wird noch einiges bessern. Mit Recht hebt STOFFEL als Lichtseite der Nervennaht hervor, daß ein Rezidiv, welches manchen anderen Operationen den Erfolg trübt, nach der Nervennaht ausgeschlossen ist. Die Tatsache, daß nicht ganz selten noch nach mehr als Jahresfrist die ersten Zeichen der Besserung auftreten, läßt sogar erwarten, daß die Bilanz der Nervennaht bei Kriegsschußverletzungen sich im Laufe der Zeit noch etwas im günstigen Sinne verschiebt. Ein auf Statistik gegründetes abgeschlossenes Urteil über den Wert der Nervennaht kann daher auch heute noch nicht abgegeben werden. Als Hauptergebnis haben wir daran festzuhalten, daß es in einer doch nicht unbeträchtlichen Zahl von Kriegsverletzungen der Nerven gelungen ist, durch die Nervennaht eine praktisch vollkommene Funktionswiederkehr und eine gute Brauchbarkeit des verletzten Gliedes zu erzielen.

**Literatur** (abgeschlossen September 1920).

- 1) BETHE, Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems, Leipzig 1903. — Auch meine eigenen Versuche hatten stets positives Ergebnis.
- 2) KRAMER, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 28 S. 619 und OBERNDÖRFER, Zbl. f. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. Bd. 11 S. 307.
- 3) SPIELMEYER, M. Med. W. 1918 S. 1039.
- 4) EXNER, Über ungewöhnlich rasche Funktionsherstellung nach Nervenverletzung. Wien. Med. W. 1917 Nr. 8.
- 5) THIEMANN, Ungewöhnlich frühe Wiederherstellung der Leitungsfähigkeit im resezierten und genähten Ischiadikus. M. Med. W. 1915 Nr. 15.
- 6) LÖWENSTEIN, M. Med. W. 1916 Nr. 39.
- 7) LEHMANN, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 112 S. 154.
- 8) DEUS, M. Med. W. 1917 Nr. 38.
- 9) DUNCKER, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 116 S. 136.
- 10) STOFFEL, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 S. 753.
- 11) DONATH, J., Zeitschr. f. Nerven. Bd. 57 1917 S. 275.
- 12) MANN, Arch. f. Psychiatrie. Bd. 57 S. 253.
- 13) SHERREN, Head and Sherren. Brain 1905, Part II Bd. 28 S. 99 u. 116.
- 14) LÉTIÉVANT, Traité des sections nerveuses. Paris (J. L. Baillière) 1873.
- 15) THÖLE, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 S. 196.
- 16) RANSCHBURG, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 101 S. 563.
- 17) — D. Med. W. 1916 Nr. 50.
- 18) — Heilerfolge der Nervennaht. Berlin 1918 S. 9.
- 19) GOLDMANN, Über das Fehlen von Funktionsstörungen nach der Resektion peripherer Nerven. Beitr. z. klin. Chir. 1906 Bd. 51 S. 183.
- 20) DONATH, J., und A. MAKAI, Zeitschr. f. Nerven. 1917 Bd. 57 S. 275.
- 21) SPIELMEYER, M. Med. W. 1918 S. 1039.
- 22) SUDECK, D. Med. W. 1919 S. 1011.
- 23) RANSCHBURG, Heilerfolge der Nervennaht, Fall 31 S. 139.
- 24) ETZOLD, Über Nervennaht. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 29.
- 25) AUERBACH, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Ref. Bd. 16 S. 447.
- 26) RANSCHBURG (Nr. 67), Operationen der Jahre 1915 und 1916. Abschluß der Untersuchung Sept. 1917.

- 27) DIMITZ, Ein Beitrag zur Kenntnis der sekretorischen, vasomotorischen und trophischen Störungen bei traumatischen Läsionen der Extremitätennerven. Wien. Klin. W. 1916 S. 942.
- 28) RANSCHBURG, Ergebnisse der Nervennaht 1918 S. 78.
- 29) FÖRSTER, D. Zeitschr. f. Nervenhe. Bd. 59 S. 63.
- 30) PERTHES, M. Med. W. 1919 S. 1015.
- 31) HOFFMANN, P., Über das Verhalten frischregenerierter Nerven und über die Methode, den Erfolg einer Nervennaht frühzeitig zu beurteilen. Med. Klin. 1915 Nr. 31.
- 32) PERTHES, Beobachtungen bei elektrischer Reizung freigelegter, verletzter Nerven im Vergleich mit dem neurologischen und histologischen Befunde. D. Med. W. 1919 Nr. 33.
- 33) SPIELMEYER, Erfolge der Nervennaht. M. Med. W. 1918 S. 1039.
- 34) OBERNDÖRFFER, siehe Nr. 1.
- 35) FÖRSTER, D. Zeitschr. f. Nervenhe. 1918 Bd. 59 S. 32.
- 36) RANSCHBURG, siehe Nr. 67.
- 37) STRACKER, Ergebnisse der Operationen an den peripheren Nerven. Beitr. z. klin. Chir. 1919 Bd. 116 S. 244.
- 38) SPIELMEYER, Erfolge der Nervennaht. M. Med. W. 1918 S. 1039.
- 39) OBERNDÖRFFER, Zbl. f. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. Bd. 11 S. 383.
- 40) SPIELMEYER, M. Med. W. 1918 S. 1039.
- 41) STOFFEL, M. Med. W. 1919 S. 259.
- 42) THÖLE, s. S. 97.
- 43) RANSCHBURG, s. Nr. 67 S. 442.
- 44) — s. Nr. 67 S. 35.

## 11. Verfahren bei Nervendefekten.

Von Prof. Dr. GEORG PERTHES.

Mit 3 Abbildungen im Text.

Den Methoden, welche bei großer Distanz der Nervenstümpfe die Nervennaht auf die eine oder andere Weise erzwingen, schließen sich die Methoden der indirekten Vereinigung an: Tubularnaht, Distanznaht, Nerventransplantation und Pfropfung.

### a) Tubularnaht mit leeren Röhren.

VANLAIR<sup>1)</sup> beobachtete 1882 in exakten, auch mikroskopischen gründlich durchgearbeiteten Versuchen, daß ein 5 cm betragender Defekt im Ischiadikus des Hundes durch die vom zentralen Stumpf auswachsenden Fasern vollkommen ausgeglichen werden kann, wenn die Stümpfe durch ein Rohr aus dekalziniertem Knochen verbunden waren. Die auf diese Experimente gegründete Tubularnaht VANLAIRS ist weiterhin auch am Menschen mit verschiedenen Materialien ausgeführt worden: mit menschlichen oder tierischen Gefäßen, zumeist Kalbsarterien, die entweder lebend oder nach FORAMITTI nach Formalinkonservierung eingeschaltet wurden, mit den resorbierbaren Magnesiumröhren PAYRS, dem Galalith AUERBACHS oder endlich mit Gänsefederkielen und Gummidräns. STEINTHAL<sup>2)</sup> glaubte 1915 unter Wiedergabe des bis dahin vorliegenden klinischen Materials feststellen zu können, daß bis dahin am Menschen in keinem Falle ein Erfolg konstatiert worden ist. Diese Feststellung ist nicht ganz richtig, denn es ist HÜLSMANN<sup>3)</sup> (Solingen) 1906 gelungen, bei einem 4 cm langen Defekt des Nervus radialis durch Verbindung mittels eines der Vena basilica desselben Armes entnommenen Venenstückes völlige Heilung zu erzielen.

Es handelte sich um einen komplizierten Oberarmbruch bei einem 17jährigen Arbeiter durch Aufwicklung über eine Riemenscheibe. 3 Monate nach der Verletzung Operation. Nach Lösung der im Kallus steckenden Nervenstümpfe verbleibt ein Defekt von 4 cm. Ein Stück der Vena basilica wird mit angeschlungener Sonde über das eine Nervenende gestreift. Durch Ausspannen von 2 Seidenfäden zwischen den Nervenenden in 2 senkrecht aufeinanderstehenden Ebenen wird das Kollabieren des Venenrohres verhindert. Nach einem Jahr vollkommene Regeneration. 1916 ist der Mann als vollwertiger Infanterist im Felde (persönliche Mitteilung von HÜLSMANN).

Während des Krieges sind immerhin eine Reihe bemerkenswerter Erfolge mit Einschaltung von leeren, nach FORAMITTI präparierten Gefäßröhren erzielt worden,

so von RANZI<sup>4)</sup>, ERLACHER<sup>5)</sup> und besonders von SPITZY<sup>6)</sup> und STRACKER<sup>7)</sup>. STRACKER verfügt über ein Material von 32 Fällen, die der Tubulisation mit nach FORAMITTI gehärteten Venen unterzogen waren. „9 Fälle von 17 Nachuntersuchten erwiesen sich als erfolgreich; da bei 2 von diesen das Venenrohr ausgeeitet ist, sind 60% gebessert. Die Zahl reicht nahe an die für die Naht gefundenen heran. Die Distanzen der Nervenstümpfe betrugen 3 mm bis zu 12 cm, ein positives Ergebnis war aber nur bei solchen zu konstatieren, die nicht mehr als 3 cm voneinander entfernt waren.“ In der Tübinger Klinik wurde in einem Falle von Medianus- und Ulnarisabschuß, in dem die Nervenenden sich nur bis zu 2 cm aneinander nähern ließen, die Brücke durch je eine aus frei transplantiertem Fettgewebe hergestellte Röhre gebildet mit dem Erfolg, daß bei der 2 Jahre später vorgenommenen Nachuntersuchung eine weitgehende Funktionswiederkehr in beiden Nervengebieten sicher konstatiert wurde.

HUBER<sup>8)</sup> hat in einer sehr wertvollen, jüngst veröffentlichten experimentellen Arbeit, die sich auf ein Material von nicht weniger als 289 Tieroperationen, die physiologisch und histologisch nachkontrolliert wurden, stützt, die meisten Methoden der Defektüberbrückung geprüft. Die nach FORAMITTI präparierten Arterienröhrchen wurden während der Dauer von 5 Monaten nicht resorbiert. Sie regten keine besonderen Bindegewebswucherungen in der Umgebung an, auch wurde die Wand nicht von Bindegewebe durchwachsen. Histologisch konnte nachgewiesen werden, daß die ausgewachsenen Fasern über den Defekt von 4 cm hin das periphere Stück nach mehr als 4 Monaten erreicht hatten, und daß hier eine Regeneration im Gange war, doch blieb das Ergebnis dieser Versuche weit hinter dem bei Transplantation von Nervenstücken erzielten zurück.

#### b) Tubularnaht mit gefülltem Rohre.

Der Gedanke EDINGERS<sup>9)</sup>, den vom zentralen Ende neugebildeten „austropfenden“ Achsenzylindern den Weg zum peripheren Teil durch Füllung des zwischengeschalteten Gefäßrohres mit Agar zu erleichtern, hat sich nicht bewährt. Schon die ersten Tierversuche, die ENDERLEN<sup>10)</sup> zur Prüfung der Edingerschen Idee anstellte, lehrten, daß Agar als Füllmasse zweifellos ungeeignet ist. In Übereinstimmung damit zeigten mikroskopische Untersuchungen nach EDINGER überbrückter Nervendefekte von Kriegsverletzten, zu denen das Material bei späteren Operationen gewonnen wurde, daß auswachsende Nervenfasern an der Agarmasse einen unüberwindlichen Widerstand finden (STRUCK<sup>11)</sup>, HOHMANN und SPIELMEYER<sup>12)</sup>, WOLLENBERG<sup>13)</sup>, BERBLINGER<sup>14)</sup>, BIELSCHOWSKY<sup>15)</sup>).

Demzufolge hat diese Methode, die mit allzu großem Enthusiasmus in die Welt gesetzt und in einer beklagenswert großen Zahl von Fällen zur Anwendung gebracht wurde, klinisch, abgesehen von einem Falle SPIELMEYERS\*), nur Mißerfolge gebracht. Das beweisen die Nachkontrollen von HOHMANN, WETZEL<sup>16)</sup>, WOLLENBERG, ENDERLEN, STRACKER<sup>17)</sup>, mit denen unsere eigenen Erfahrungen übereinstimmen. Von SPITZY und STRACKER wurden fast sämtliche Nervenstämme nach EDINGER operiert, darunter Nerven mit raschem Heilungstrieb. Das Ergebnis war noch nach 2 Jahren immer negativ. (22 Operierte nachuntersucht.)

Von ENDERLEN und LOBENHOFFER wurden dann andere Füllmassen experimentell am Hunde geprüft. Bei der Verwendung von Hundefett, Fett mit Lezithin, Gehirnbrei und Agar waren die Resultate nicht besser als mit Agarfüllung, „erst als als Füllmasse Hydrozelenflüssigkeit, später Eigenserum, das kurz vor der Operation zur Gerinnung gebracht war, zur Füllung der Arterien benutzt wurden, konnte Herr EDINGER an den ihm übersandten Präparaten von überbrückten Defekten des Hundeischiadikus bis zu

\*) Prof. SPIELMEYER schreibt mir August 1919: „Zu meinem größten Erstaunen sah ich einen Fall, bei dem ein Edingerrohrchen im N. uln. eingepflanzt war und der eine völlige funktionelle und elektrische Herstellung aufwies, und zwar ungefähr 2 Jahre nach der Operation.“



7 cm Länge konstatieren, daß in dieser Masse reichliche Achsenzylinder eingewachsen waren, und in mehreren Fällen in der Zeit von wenigen Monaten das periphere Ende erreicht hatten.“ Am Menschen ist die Tubularnaht mit Serumfüllung, wie es scheint, nicht erprobt worden. Es dürfte wohl auch kaum ein Bedürfnis hierzu vorliegen, denn ein zur Tubularnaht verwendetes leeres und offen gehaltenes Röhrchen füllt sich, wie FORSSMANN<sup>18)</sup> gezeigt hat, sehr bald unter Resorption der möglicherweise darin enthaltenen Luft mit Plasma oder Lymphe.

EDEN<sup>19)</sup> hat bei Hunden die Stümpfe durchschnittener Nerven in kleine Schlitz benachbarter in situ verbliebener Arterien oder Venen eingelassen und beobachtet, daß dann, wenn der Blutstrom erhalten blieb, eine Verbindung des zentralen und des peripheren Nervenendes durch die im strömenden Blut auswachsenden Fasern bei einer Distanz der Stümpfe von 2–4 cm innerhalb von 12 Tagen zustande kam, während er bei analogen Einpflanzungen in das lebende, aber leere Gefäßrohr die Vereinigung ausbleiben sah. Praktische Bedeutung haben die Versuche EDENS über die Wiedervereinigung durchtrennter Nerven im strömenden Blut bis jetzt nicht gewonnen.

### c) Die Distanznaht.

Da die Distanznaht, welche von ASSAKY<sup>20)</sup> als *suture à distance* eingeführt wurde, in den Veröffentlichungen des Krieges überhaupt nicht erwähnt wird, scheint mir eine persönliche Mitteilung, die ich von Prof. BUNGE-Bonn erhielt, die Wiedergabe sehr zu verdienen.

Die Technik BUNGES war folgende:

Zwischen den Nervenstümpfen wurde ein Spalier von feinem Katgut oder feinstem Seidenfaden angelegt, das durch frei transplantierte Fascie oder Vene von gleichen Individuen eingescheidet wurde. Es wurde beim Anlegen der überbrückenden Fäden Wert darauf gelegt, die einzelnen Nervenbündel zu durchstechen und so einen innigen Kontakt der Nervenbündel mit den als Spalier gedachten Fäden zu erreichen.

4 Fälle zeigten einen gewissen Erfolg:

Fall 1. Isolierte Verletzung des Radialisanteils des Plexus. Defekt etwa 3 cm. Nach Jahresfrist beschränkte Extension im Handgelenk mit geringer Kraft aktiv möglich.

Fall 2. Nicht zu vereinigender Defekt von 2,5 cm am Unterarmteil des Ulnaris. Laut Mitteilung der Breslauer Klinik nach etwa 3 Jahren sind die Lähmungserscheinungen bis auf geringe Reste geschwunden. (Der Fall ist, da es sich um den Ulnaris handelt, nicht beweisend.)

Fall 3. Defekt des Medianus von fast 4 cm. 9 Monate nach der Operation Bericht von Professor KALISCHER, Berlin: „In den vom Medianus versorgten Muskeln finden sich schon einige Bewegungen im Flexor digit. subl. und im Flexor poll. long. Elektrisch läßt sich von N. medianus vom Oberarm aus galvanisch wie faradisch eine Wirkung im Flexor digit. subl. erhalten.“

Fall 4. Ausgedehnte Zerreißung des Medianus und Ulnaris am Oberarm. Defekt etwa 12 cm mit gleichzeitiger Verletzung des Musculocutaneus. Defekt nach der Resektion 3 cm. Radialis gelähmt, aber in der Kontinuität erhalten. Neurolyse der Radialis. Überbrückung von Medianus, Ulnaris und Musculocutaneus. Bei Medianus und Ulnaris kein Erfolg; voller Erfolg am Musculocutaneus. Dieser ist einwandfrei, da der Bizeps nur vom Musculocutaneus versorgt wird. Ebenso erholten sich der Musc. brachialis, sowie infolge der Neurolyse der N. radialis.

Diese klinischen Erfahrungen BUNGES sind in Übereinstimmung mit den Versuchen von KILVINGTON<sup>21)</sup>, der bei Hunden einen Defekt des N. tibialis von 1½ Zoll durch 4 Katgutfäden überbrückte, mit dem Erfolge, daß der Nerv nach 130 Tagen auf Ströme von nicht größerer Intensität reagierte, als der danebenliegende unverletzte Peroneus.

### d) Freie Transplantation.

#### α) Biologische Grundlagen.

Die Frage, ob transplantierte Nerven als Ersatz verlorengegangener Nervenstücke brauchbar sind, wurde an Versuchstieren einerseits durch physiologische Prüfung der Funktion, insbesondere durch elektrische Reizung des nach angemessener Frist freigelegten Nerven, andererseits durch anatomische Untersuchung des wiedergewonnenen Nerven geprüft.

Den ersten positiven Erfolg mit der Autotransplantation vom gleichen Tier (Hund) und damit einen positiven Erfolg einer Nerventransplantation überhaupt erzielten PHILIPPEAUX und VULPIAN 1870, indem sie in den Hypoglossus entsprechende Stücke des Nervus lingualis zur Einheilung brachten. Die Beobachtungen, daß der resezierte und so wieder vervollständigte Nerv wieder faradisch erregbar wurde, und daß damit die wiedereingetretene Funktion nicht auf Ausbildung von Kollateralen, sondern auf Nervenregeneration bezogen werden muß, wurde am Ischiadikus oder Ulnaris des Hundes vielfach bestätigt (BETHE, KILVINGTON, BIELSCHOWSKY und UNGER, HUBER). Für die Transplantation von Material von Tieren der gleichen Art, die Homotransplantation, liegen die gleichen positiven Ergebnisse von KILVINGTON, von STRACKER<sup>22)</sup> und besonders von HUBER (1920) vor. Die Größe der mit Erfolg autoplastisch oder homoplastisch gedeckten Defekte des Hundeischiadikus betrug 10–11 cm (BETHE),  $\frac{3}{4}$ –2 Zoll (KILVINGTON), 22 mm (STRACKER), 2½ cm (BIELSCHOWSKY und UNGER), 3 cm (HUBER).

Auch für Heterotransplantation liegen positive Ergebnisse vor. KILVINGTON erzielte bei Verpflanzung von Kaninchen- und Katzennerven in Defekte des Hundeulnaris nach 86–130 Tagen bei Reizung schwache Reaktion, C. HUBER sah 1895 bei Implantat von Katzenischiadikus in entsprechende Defekte bei Hunden Wiederkehr der Leitungsfähigkeit für motorische Reize im oberen Teil der peripheren Strecker und konnte 1918 bei 39 Experimenten von Verpflanzung von Meerschweinchennerven in die Defekte des Kaninchens ebenfalls positive Resultate erhalten.

Bei der anatomisch-histologischen Untersuchung ist das massenhafte Auftreten von Achsenzylindern mit Markumscheidung für Auto- und Homotransplantate vielfach sichergestellt, so besonders von v. BÜNGNER, FORSSMANN, BETHE, INGEBRIGTSEN, STRACKER, EDEN und HUBER. Die an dem Eintritt in das Transplantat wie bei einer Nervennaht wirr durcheinandergehenden Fasern nehmen darin wieder normalgewordene Richtung an. Dabei hat das zwischengeschaltete Nervenstück nach FORSSMANN nicht nur die Bedeutung eines Nährmaterials. Die zerfallene Nervensubstanz übt vielmehr einen atrahierenden Einfluß auf die neu auswachsenden Nervenfasern aus. FORSSMANN<sup>23)</sup> hat diesen Neurotropismus durch sehr sinnreiche Versuche zu erweisen versucht. Die Auto- und Homotransplantation hatte nach FORSSMANN ein viel besseres Ergebnis als die Überbrückung des Defektes mit einem Faden (Distanznaht) oder mit einem mit Lymphe sich füllenden Kollodiumröhrchen. Ein großer Unterschied zwischen Auto- und Homotransplantation unter sich wurde nicht festgestellt (EDEN), dagegen war der Unterschied in der Zahl der neugebildeten Fasern bei Verwendung der arteigenen und der artfremden Transplantate sehr bedeutend (FORSSMANN). In voller Übereinstimmung mit diesen älteren Untersuchungen hat HUBER<sup>8)</sup> wieder 1918 an großem Materiale festgestellt, daß zwar mit Heterotransplantation ein Nervendefekt im Experiment erfolgreich überbrückt werden kann, daß aber das Ergebnis unsicher und weniger gut ist, auch erst nach einer längeren Zeit erscheint, als bei der Auto- und Homotransplantation.

Es ergibt sich jetzt die Frage: welche Rolle spielt das Transplantat? Bleibt es lebend oder verfällt es der Nekrose? Beteiligt sich es in irgendeiner Weise aktiv an der Neubildung der Nervenfasern oder wird es nur rein passiv von den regenerierten Fasern durchwachsen? Diese Frage wird von den Autoren noch verschieden beantwortet. BETHE betrachtet die Aufrechterhaltung der vitalen Reaktionsfähigkeit des Schaltstückes als Voraussetzung für seine erfolgreiche Neurotisation und legt großen Wert darauf, daß das Transplantat mit richtiger Polarität eingeschaltet, also das proximale Ende des Schaltstückes an den zentralen Stumpf des Empfängers angeschlossen wird. INGEBRIGTSEN<sup>24)</sup> fand an frei transplantierten Kaninchenischiadikus neben Degenerationszeichen eine Proliferation der Schwannschen Zellen als Beweis des Lebens des Transplantates. Demgegenüber sah EDEN das homoplastisch verpflanzte Ischiadikusstück des Hundes der Nekrose verfallen, und BIELSCHOWSKY<sup>15)</sup> fand

das autoplastische Schaltstück (Hundeischiadikus) in seiner Hauptmasse durch Bindegewebe ersetzt. Es hatte das Gefüge eines degenerierten Nerven vollkommen eingebüßt. „Die Schwannschen Zellen verharren im Ruhezustand oder fallen einer raschen Nekrose anheim.“ Ähnlich war das Untersuchungsergebnis bei einem von EDEN<sup>25)</sup> wiedergewonnenen homoplastischen Transplantat vom Menschen.

Für die theoretische Beurteilung der Rolle des Transplantates und noch mehr für die praktische Verwendung sind die Experimente von großer Bedeutung, die mit Einschaltung des abgetöteten Nervenmaterials angestellt wurden. BIELSCHOWSKY<sup>15)</sup> und UNGER konnten beim Einnähen eines Nerven, der von einem andern Hunde stammte und in 3% iger Borsäure unter Zusatz von einigen Tropfen Formalin konserviert, ebenso wie auf der andern Seite desselben Versuchstieres, wo vergleichsweise homoplastisch transplantiert wurde, positiven Reizerfolg bei Prüfung mit dem faradischen Strom und histologisch eine sehr reichliche Neubildung von regenerierten Fasern nachweisen. HUBER machte am Kaninchen Implantationen sowohl von Nervenstücken, die nach dem Vorgang von DUJARIER<sup>26)</sup> und FRANÇOIS in sterilem Paraffinum liquidum bei niedriger Temperatur (2° C) längere Zeit konserviert waren, sowie ganz besonders mit solchen, die 10—30 Tage in 50% igem Alkohol gelegen hatten. Das Ergebnis war durchaus positiv. In allen Fällen wurde Reizbarkeit der Unterschenkel und Fußmuskeln erzielt und die Regeneration histologisch nachgewiesen. Aber auch bei diesem abgetöteten Material war das Ergebnis bei artfremden Nerven ein viel weniger gutes als bei Verwendung von Nervenstücken der gleichen Tierart.

Wenn es auch nicht ausgeschlossen ist, daß bei dem lebend transplantierten Nerven gewisse Zellelemente lebend bleiben und sich vielleicht auch am Aufbau des wiedererstehenden Nerven beteiligen, so spricht doch der Ausfall der Experimente entschieden dagegen, daß der Vitalität des transplantierten Nerven für das Gelingen der Transplantation eine entscheidende Rolle zukommt. Wie stellen sich nun die klinischen Erfahrungen am Menschen?

### β) Autotransplantation.

Für die freie Nervenverpflanzung kommen als Material von Verletzten selbst in erster Linie Stücke von sensiblen Hautnerven in Betracht. FÖRSTER<sup>27)</sup> hat das Verfahren von 1914—17 16mal angewendet, und zwar 3mal am Radialis, 3mal am Medianus, 9mal am Ulnaris und einmal am Axillaris. „Davon sind 5 Fälle als vollkommen oder nahezu vollkommen restituiert zu bezeichnen, 8 Fälle sind gebessert, und nur bei 2 Fällen ist gar kein Erfolg eingetreten.“ Besonders bemerkenswert war „ein Radialisdefekt, der aus dem Cutaneus ant. med. überbrückt wurde. Er zeigte nach 3 Monaten bereits einen deutlichen Beginn der Restitution, nach 21 Monaten ist funktionell alles vorzüglich hergestellt. Auch die faradische Erregbarkeit ist wieder erstarkt, nur in den Extensoren des Daumens fehlt dieselbe noch“. Die meisten andern Operateure waren weniger glücklich als FÖRSTER. So sah z. B. EDEN<sup>28)</sup> an drei von LEXER in dieser Weise operierten Defekten des Medianus und Ulnaris, die 20 Monate bis 2 Jahre später nachkontrolliert wurden, keinen Erfolg.

Aus dem Material der Tübinger Klinik hebe ich 2 Schußverletzungen in der Nähe des Ellbogens hervor, bei denen Medianus und Ulnaris gleichzeitig abgeschossen, der Medianus genäht, der Ulnarisdefekt aber durch eingeschaltete Stücke aus dem Cutaneus ant. med. überbrückt wurde. Bei Nachkontrolle 2¼ und 3¾ Jahre nach der Operation war in beiden Fällen am Medianus eine gute Funktionsrückkehr zu konstatieren, während der Ulnaris sich völlig gelähmt zeigte. Die Überlegenheit der direkten Nerven-naht über die Transplantation trat bei dieser Erfahrung aufs deutlichste hervor.

Selten können auch gemischte Nerven das Material zur freien Transplantation hergeben. So operierte Oberstabsarzt MACLEAN (persönliche Mitteilung) einen Matrosen, der einen Defekt des N. radialis von etwa 5 cm davongetragen und gleichzeitig zwei Drittel eines Unterschenkels verloren hatte, so daß ein Stück des N. pero-



neus zum Ersatz verwendet werden konnte. Das frische Transplantat, das mit feinstem, nur die Nervenscheide umfassenden Seidenfaden eingefügt war, wurde mit freiem Fettlappen umscheidet. Nach etwa einem Jahre wurden deutliche Zeichen wiederkehrender Funktion beobachtet.

#### γ) Lappenplastik.

Der freien autoplastischen Nerven transplantation steht die Überbrückung mittels eines auf dem zentralen oder peripheren Nervenabschnitte gebildeten und umgeklappten Nervenlappen von der halben Dicke des betreffenden Nervenstammes sehr nahe. Denn hinsichtlich seiner Ernährung wird der gestielte Lappen mit Rücksicht auf die geringe Zahl von Gefäßen, die er an seinem am Stumpfende gelegenen Ziele bezieht, nur weniger günstig gestellt sein als ein frei transplantierte Nerv. Auch müssen die durchtrennten Nervenfasern ebenso wie in jenem der Degeneration verfallen. Nur bei Lappenplastik aus dem zentralen Nervenende ist es denkbar, daß aus dem Nervengewirr des zentralen Neuroms einzelne rücklaufende, zentralwärts gerichtete, regenerierte Fasern in dem abgespalteten Lappen ungeschädigt erhalten bleiben und nun darin nach der Peripherie geleitet werden. Als Nachteil der Lappenplastik gegenüber der freien Transplantation muß von vornherein der Umstand betrachtet werden, daß das durch den Lappen gebildete Schaltstück nur für die Hälfte des Nervenquerschnittes die Rolle einer Nerven transplantation spielte, was für die Fasern der andern Hälfte günstigstenfalls ähnlich wirken kann wie die Seidenfäden bei der Distanznaht. Ungünstig ist weiter, daß bei großen Defekten und dementsprechend langen Lappen leicht abgehende Muskeläste durch die Lappenbildung geschädigt werden. Die experimentelle Prüfung der Methode am N. ulnaris des Hundes durch HUBER hatte vollkommen negative Ergebnisse, trotzdem die Wartezeit bis zur Kontrolle bis auf 147 Tage ausgedehnt wurde. Die klinischen Resultate, die bis zum Kriege vorlagen, hat STOOKEY<sup>29)</sup> in einer sehr gründlichen Arbeit im einzelnen untersucht und kommt zu dem Ergebnis, daß kein einziger der mitgeteilten Erfolge als beweisend anerkannt werden kann. Man wird die Einwände, die STOOKEY erhebt, auch bei den bestbezeugten Erfolgen von TILLMANNS<sup>30)</sup>, BRUNS<sup>31)</sup> und HASHIMOTO<sup>32)</sup> nicht widerlegen können. Nun hat aber aus dem großen Kriege RANSCHBURG<sup>33)</sup> zwei erfolgreiche Fälle veröffentlicht, die jeder Kritik standhalten.

Bei einem Radialisdefekt von 10—12 cm, mit gleichzeitiger Pseudarthrose des Humerus, bleibt nach Resektion der Knochen noch ein Defekt von 4 cm. Bildung eines 5 cm langen Lappens aus dem peripheren Nervenstumpfe. 9 Monate post op. erster Beginn der aktiven Handhebung, die dann stetige Fortschritte macht. 16 Monate post op. ist die Erregungsfähigkeit und Leitungsfähigkeit des Nervus radialis sowohl für den galvanischen wie für den faradischen Strom zurückgekehrt. Ebenso war in einem anderen Falle von Plexusschuß in dem mit Bildung eines 3 cm langen Lappens aus dem peripheren Teile versorgten Musculocutaneus bei der Nachkontrolle 1½ Jahre nach der Operation „die Tatsächlichkeit der Wiederkehr der Leitungsfähigkeit dieses Nerven in einer jeden Zweifel ausschließenden Weise festzustellen“.

Auch die weniger genau mitgeteilten Fälle von THÖLE<sup>34)</sup>, LASER<sup>35)</sup> (beide vom N. radialis) und WEXBERG<sup>36)</sup> (N. musculocutaneus) wird man als positive Erfolge buchen dürfen. Ebenso schreibt mir Prof. GULEKE-Jena, daß ihm das Herunterklappen eines Teiles des zentralen Endes bei einem Radialisdefekt zu seiner großen Überraschung ein ganz gutes Resultat ergeben hat. Die völlige Ablehnung der Lappenplastik ist danach nicht mehr gerechtfertigt.

#### δ) Homotransplantation.

Die Mitteilungen über Verwendung der Homotransplantation beim Menschen sind dürftig. Es sind zwar gar nicht selten in die Defekte Nervenstücke eingesetzt worden, die von andern Patienten frisch aus amputierten Gliedern bei Nachoperationen an Amputationsstümpfen oder bei Versorgung von Verletzungen gewonnen wurden, aber man schaut sich vergeblich nach positiven Mitteilungen über Erfolge um. Das

mag allerdings daran liegen, daß die Patienten entweder überhaupt nicht oder nicht nach genügend langer Frist nachkontrolliert werden konnten.

EDEN<sup>37)</sup> pflanzte in einen 10 cm weiten Radialisdefekt ein ebenso langes Stück Peroneus von einem Amputierten. Nach 9 Monaten kein Erfolg. Bei erneuter Operation hatte elektrische Reizung mit starkem Strom keinerlei Reaktion zur Folge. Das exzidierte Schalstück ließ neugebildete Nervenfasern vermissen. FÖRSTER<sup>38)</sup> konstatierte einen Mißerfolg der Homoplastik an dem Ulnaris nach 6 Monaten. STRACKER berichtet zusammenfassend über 11 autoplastische und homoplastische Transplantationen des Spitzyschen Materials. Die Nachuntersuchung erfolgte nicht ganz ein Jahr nach der Zwischenschaltung der Stücke von 5½—8 cm. Ein Erfolg war nur insofern zu verzeichnen, als die Atrophien nicht zugenommen hatten, was vielleicht als ein Vorläufer der Funktionswiederkehr angesehen werden darf.

Ich selbst habe unmittelbar, nachdem BETHE seine Arbeit veröffentlicht hatte, in der er als geeigneten Ersatz eines motorischen Nerven nur einen ebenfalls motorisch gleichgerichteten Nerven anerkennt, in einen 10 cm langen Defekt ein gleiches Stück des N. radialis von einem andern Patienten übertragen, der wegen Tumor cerebri gerade vorher operiert war und noch in Narkose lag. Der Hirntumor hatte sich als inoperabel erwiesen. Die linke Körperhälfte dieses Mannes war seit 3 Tagen gelähmt, der zur Transplantation verwendete N. radialis natürlich trotzdem voll reaktionsfähig. Die Wassermannsche Reaktion war bei dem Spender ausgeführt und negativ ausgefallen. 10 Monate nach der reaktionslosen Einheilung hat Prof. SPIELMEYER in München den Operierten, bei dem also eine Homotransplantation unter den denkbar günstigsten Verhältnissen ausgeführt ist, nachuntersucht, ohne irgendein Zeichen von Regeneration im Radialisgebiet zu finden.

Über Erfahrungen mit der Transplantation von Nervenmaterial aus Leichen, die von BETHE 1916 unter eingehender Begründung und unter bestimmten Kautelen empfohlen wurde, hat SPIELMEYER berichtet: Von 11 untersuchten Fällen dieser Art zeigen 2 Erfolge. In einem Falle von einer Verletzung des Handastes des Medianus mit einer Diastase von 6 cm (Operateur BRÜNINGS) konnten nach 4 Monaten Symptome der Leitungswiederherstellung funktionell und elektrisch nachgewiesen werden, doch hat SPIELMEYER bei weiteren Nachuntersuchungen, wie er mir bei meiner Nachfrage mitteilt, „keine weitere Besserung wahrgenommen“. „Das Resultat ist funktionell wie elektrisch ein dürftiges geblieben.“ — Bei dem 2. Falle wurde von KRECKE ein 8 cm langer Defekt im medialen Plexusstamm durch einen Leichennerven ersetzt. Es kam zu einem völligen Ausgleich der Ulnarislähmung, und der „von dem durchtrennten Stamm ausgehende Ulnarisstamm wurde hoch oben später gut reizbar“ (persönliche Mitteilung SPIELMEYERS). Man wird aber diesen Erfolg, da es sich um einen Defekt des Ulnarisanteiles des Plexus handelt, ein Gebiet, wo mancherlei Möglichkeit des Eintretens von Kollateralen gegeben ist, nicht gerne als beweisende Grundlage eines neuen Verfahrens hinstellen.

#### e) Heterotransplantation.

Berichte über erfolgreiche Heteroplastiken sind aus dem Kriege noch nicht bekanntgegeben, doch liegt ein sehr bemerkenswerter Erfolg bei einer Friedensverletzung von ROBSON<sup>39)</sup> vor. Wir verweisen auf dessen Mitteilung.

Die Nervenüberbrückung mit totem Material ergab UNGER<sup>40)</sup> und BIELSCHOWSKY bisher unbefriedigende Resultate, zum Teil Ausstoßung unter Eiterung, zum Teil Wiederkehr der Reaktion für den elektrischen Strom, nicht aber für den Willensreiz. Die klinischen Erfahrungen sind also nicht so günstig ausgefallen wie die Tierversuche der gleichen Autoren. SENCERT<sup>41)</sup> hat in 15 Fällen Stücke des Ischiadikus vom Kalbe verwendet, die in 70% igem Alkohol gehärtet und in 50% igem Alkohol konserviert wurden. Ob die Angabe, daß in drei von diesen Fällen ein funktionelles Resultat festgestellt ist, als verläßlich betrachtet werden kann, ist nach dem mir vorliegenden Referat nicht zu beurteilen.

## e) Pfropfung.

Bei der Nervenpfropfung, die 1873 von LÉTIÉVANT<sup>42)</sup> angegeben wurde, wird bekanntlich der degenerierte periphere Abschnitt des durchtrennten Nerven, auf dessen zentralen Abschnitt weiter keine Rücksicht genommen wird, mit den wundgemachten Fasern eines benachbarten gesunden Nerven verbunden. Eine gewisse Schädigung des als Spender dienenden Nerven und eine entsprechende Schwächung seiner Leistungsfähigkeit muß dabei in Kauf genommen werden. Auch ist zu bedenken, daß durch die Ableitung der Fasern des gesunden Nerven Ganglienzellen des Zentralorgans mit peripheren Muskelgebieten in Beziehung gebracht werden, die ihnen normaler Weise nicht zugehören. Das erfordert eine Anpassung auch des Zentralorgans an die neugeschaffenen Verhältnisse, doch lehrt die Erfahrung besonders augenfällig bei der Facialispfropfung, daß die Innervation des neuen Gebietes allmählich von dem Cerebrum erlernt wird.

Drei Arten der einfachen Pfropfung kommen in Betracht. Es wird 1. absteigend ein lappenförmig abgespaltener Teil des gesunden Nerven in den gelähmten übergeführt; es wird

2. aufsteigend durch seitliche Einpflanzung der gelähmte Nerv in den Kraftspender eingeeilt, oder es wird

3. durch Auswechslung der ganze zentrale Querschnitt des Kraftspenders mit dem ganzen Querschnitt des gelähmten Nerven vereinigt.

Die Erfolge der Methode, die in der Friedenschirurgie nicht nur bei der spinalen Kinderlähmung (SPITZY, HACKENBRUCH), sondern auch bei Verletzungen (Quetschung des Peroneus THÖLE) bekannt waren, mußten zu der Verwendung der Methode bei Kriegsverletzungen auffordern. So konnte denn SPITZY<sup>43)</sup> durch Verwendung des Pronator-astes des Nervus medianus als Neurotiseur bei Radialislähmung innerhalb 18 Monaten kräftige Handhebung erzielen. Ein ähnlicher günstiger Fall betrifft den Plexus. FÖRSTER hatte bis 1917 unter 7 Fällen von Nervenpfropfung 2 Heilungen und 5 Besserungen. „Bei einer Totallähmung des Tibialis ist durch Einpflanzung eines Teiles des Peroneus in den Tibialis nach 18 Monaten eine vollkommene Wiederherstellung eingetreten.“ (Es ist nicht ganz verständlich, wie die vollkommene Neurotisation des Tibialisgebietes ohne erkennbaren motorischen Ausfall im Peroneusgebiet zustande gekommen sein kann.) HAYWARD<sup>44)</sup> pfropfte bei einer Plexusschußverletzung den gelähmten Musculus cutaneus weit abwärts von dem verletzten Gebiet in die Pronatorbahn des Medianus und beobachtete Wiederkehr der Funktion des Musculus biceps. Ohne Mitteilung von Einzelheiten hat KRÜGER<sup>45)</sup> über erfolgreiche Fälle berichtet, während PELS<sup>46)</sup> und SEYBERTH Mißerfolge und teilweise auch Schädigung des als Spender benutzten Nerven erlebten. Von besonderer Bedeutung ist die Pfropfung bei der Lähmung des Facialis durch Schuß. Unter dem FÖRSTERSchen Material finden sich 3 Fälle von erfolgreicher Pfropfung des Accessorius in den Facialis. Die Ergebnisse entsprechen den Erfahrungen aus der Friedenschirurgie, die von WERTHEIM<sup>47)</sup> 1916 gesammelt wurden.

Über erfolgreiche Pfropfung auf sensible Gebiete kann RANSCHBURG<sup>48)</sup> (S. 148) berichten. Man wird nach diesen Erfahrungen der Pfropfung die Beachtung nicht versagen dürfen, vor allem für die Fälle, in denen der zentrale Stumpf des Nerven aus irgendeinem Grunde keinen geeigneten Angriffspunkt für die Operation bietet. Das Bedenken, daß man bei Pfropfung in den gemischten Extremitätennerven eine unkontrollierbare Schädigung des gesunden Nerven setzt, wird man dadurch in seiner Bedeutung abschwächen können, daß man die Wichtigkeit der Bahn, welche zur Pfropfung herangezogen wird, nach Isolierung mit schwächstem faradischen Strom bestimmt, so daß man die Größe des gebrachten Opfers abschätzen kann und sich davon überzeugt, daß man wirklich motorische Fasern zur Pfropfung heranzieht.



## f) Doppelpfropfung.

Die Doppelpfropfung sucht die Schädigung des gesunden Nerven, die mit der einfachen Pfropfung unumgänglich verbunden ist, zu vermeiden. Die Methode schaltet in den defekten Nervenstamm einen benachbarten gesunden Nervenstamm ein, doch hat dieser nicht wie bei der einfachen Pfropfung als Neurotiseur, sondern lediglich als Brücke zu dienen, die von den Nervelementen benützt wird, welche allein von dem defekten Nerven gebildet werden. Dieser Weg ist, soviel ich sehe, zum ersten Male von

BORCHARD<sup>49)</sup> betreten, dann unabhängig von CAHEN<sup>50)</sup> einerseits, von v. HOFMEISTER<sup>51)</sup> andererseits ausgebildet worden.

Während CAHEN als Brücke einen sensiblen Hautnerven benutzt und diesen nach dem beistehenden Schema (Abb. 324) peripher durchschneidet, zieht v. HOFMEISTER mit Vorliebe die großen gemischten Nervenstämme der oberen Extremitäten heran und betont mit besonderer Schärfe, daß die Fasern derselben nicht verletzt werden sollen. Die Stümpfe des defekten Nerven werden zwischen die intakt gelassenen Kabeln des gesunden Schaltnerven eingepflanzt. Die vom zentralen Stumpfe auswachsenden Fasern sollen in den Gewebsspalten des Endoneuriums heranwachsen und so den peripheren Pfröplling auffinden und in ihn eintreten. Die Methode kann bei Defekten mehrerer Nerven als Mehrfachpfropfung nach dem Schema der Abb. 325 ausgeführt werden.

Schon vor der v. HOFMEISTERSCHEN Veröffentlichung hatten ENDERLEN<sup>52)</sup> und KNAUER im Tierexperimente die Ausführbarkeit des Gedankens geprüft, und zwar mit einem einwandfrei positiven Ergebnis. Es wurde nach Exzision eines 3 cm langen Stückes aus dem Radialis des Hundes die Doppelpfropfung in den Medianus vorgenommen. Nach 7 Wochen war bei erneuter Freilegung und Reizung mit schwächstem faradischen Strom sowohl vom zentralen wie vom peripheren Teile des ein-

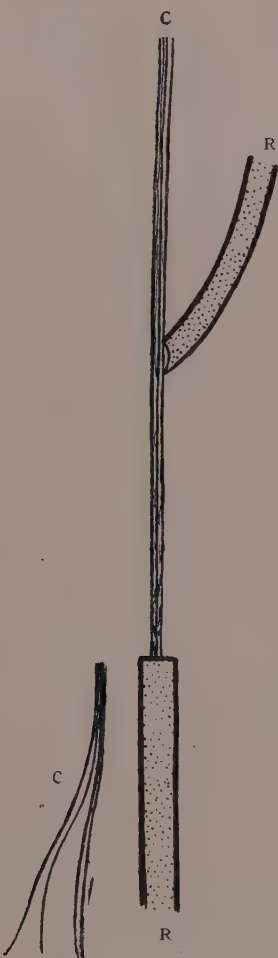


Abb. 324.  
Schema der  
Doppelpfropfung  
nach CAHEN.



Abb. 325.  
Mehrfachpfropfung nach  
v. HOFMEISTER.

gepfropften N. radialis prompte Kontraktion der zugehörigen Muskeln zu erzielen.

Die bisher auf Grund der Erfahrung an Menschen über die Doppelpfropfung bekanntgegebenen Urteile lauten überwiegend ungünstig. So wurden 14 nach v. HOFMEISTER operierte Fälle von RANSCHBURG<sup>53)</sup> nach einer Beobachtungsdauer bis zu 18 Monaten untersucht, „ohne daß auch nur eine Spur von Wiederkehr der Beweglichkeit oder sonst irgendeiner Funktion des betreffenden Nerven festgestellt wurde“. Ähnliche Erfahrungen sind vielfach auch von mir selbst gemacht. Wahrscheinlich ist aber die Zeit selbst von 18 Monaten noch zu kurz, um über den Erfolg

oder Mißerfolg ein abschließendes Urteil zu fällen. Jedenfalls liegen folgende einwandfreie Beobachtungen von positiven Resultaten nach Doppelpfropfung vor:

1. bis 3. 3 Fälle von CAHEN, auf deren genauere Wiedergabe verzichtet werden kann, da sie an leicht zugänglicher Stelle veröffentlicht sind.

4. Der Fall Nr. 20 von v. HOFMEISTER (S. 376 seiner Arbeit W. RUEFF) hat in der Literatur eine gewisse Rolle gespielt. Schußverletzung, Defekt am Medianus und Ulnaris, sowie am Cut. ant. med. 19. 11. 14 Mehrfachpfropfung. Medianus und Ulnaris nach obigem Schema (Abb. 325) versorgt. Überdies Cut. ant. med. auch in den Medianus gepropft. — Der von v. HOFMEISTER sehr schnell beobachtete Erfolg ist von RANSCHBURG (Bruns Beitr. 101, S. 564 u. 575) einer eingehenden Kritik unterzogen und mit Recht zunächst abgelehnt. — Nun liegen mir selbst aber sehr eingehende neurologische Untersuchungsbefunde dieses Falles aus dem Jahre 1918 von dem fachärztlichen Beirat für Neurologie, Dr. LÖWENSTEIN in Essen (3¼ Jahre post. op.), vor, wo der Patient begutachtet wurde, und aus dem Jahre 1919 von dem Stuttgarter Neurologen Dr. LEVI (5 Jahre post. op.), aus denen die folgenden übereinstimmend festgestellten Punkte hervorzuheben sind: N. radialis: funktionell, galvanisch und faradisch alles normal. N. medianus: völlige Lähmung und elektrische Entartungsreaktion. N. ulnaris; Muscul. flexor carpi uln. und der ulnare Teil des Flexor digit. für 3., 4. und 5. Finger funktionieren. Nerv antwortet bei galvanischer Reizung am oberen Punkte mit Kontraktion dieser Muskeln. Durch Einschlagen des 4. und 5. Fingers zur Faust können 1919 auch schwere Gegenstände gefaßt und gehalten werden. — Die Frage, ob die zweifellos vorhandene Regeneration im ulnaren Gebiet auf die Ableitung weniger bei der Pfropfung verletzten Radialisfasern, also auf einfache Nervenpfropfung, oder ob sie im HOFMEISTERSchen Sinne auf durchgewachsene Ulnarisfasern zu beziehen ist, kann nur in dem Sinne beantwortet werden, daß es unwahrscheinlich ist, daß die wenigen bei der Operation unbeabsichtigterweise etwa verletzten Fasern des Schultnerven, der selbst keinen funktionellen Ausfall zeigt, die Quelle einer so ausgiebigen Regeneration abgegeben haben, wie sie tatsächlich beobachtet wurde.

5. Auf die Wiedergabe eines von PAUL MÜLLER-Ulm nach HOFMEISTERS operierten Falles von Radialislähmung, in dem von Prof. REICH-Tübingen nach 4 Jahren die teilweise Rückkehr der motorischen Radialisfunktion sicher festgestellt wurde, verzichtete ich, da neuerdings von MANASSE ein für die Ausführbarkeit des HOFMEISTERSchen Gedankens absolut beweisender Fall auf dem Chirurgenkongreß in Berlin 1920 vorgestellt wurde.

6. MANASSE: Der Musketier wurde 31. 12. 17 durch Granatsplitter am rechten Oberarm verletzt. 22. 1. 18 stellt MANASSE\*) 14: 16 cm große granulierende, bis auf den Knochen reichende Wunde an der Außenseite des rechten Oberarmes fest, neben einer vollständigen Lähmung des Radialis, mit Ausnahme der Trizepsäste. Totale Entartungsreaktion des Radialisgebietes. 24. 4. 18 Operation: Nerv in den Narben eingebettet und auf 8 cm Ausdehnung narbig verändert. Mit faradischem Strom peripher nicht erregbar. Zentraler und peripherer Stumpf werden in den N. medianus eingepflanzt, wo mittels faradischer Reizung motorische Bahnen desselben festgestellt sind. Trotz Eiterung und Fieber Heilung. Etwa 1 Jahr später erste aktive Handhebung. März 1920 Vorstellung auf dem Chirurgenkongreß. Aktive Streckung des Handgelenkes, der Fingergrundgelenke, sowie Daumenabspreizung und Streckung der Ausdehnung nach normal. Grobe Kraft noch herabgesetzt.

Von einem weiteren positiven Erfolge berichtete RIESE auf dem Chirurgenkongreß 1920, doch steht die genauere Mitteilung noch aus.

Daran, daß die Doppelpfropfung ein positives und auch praktisch bedeutungsvolles Resultat ergeben kann, ist nicht mehr zu zweifeln. Der Einwand, daß tatsächlich nicht eine Verbindung zwischen dem zentralen und peripheren Teile des defekten Nerven zustande gebracht wurde, daß vielmehr die beobachtete Neurotisation des peripheren Teiles nur von zufällig verletzten motorischen Fasern des Brückennerven aus erfolgte, daß also die Doppelpfropfung in Wahrheit nichts anderes sei als eine unvermerkt erfolgte einfache Propfung, ist zurückzuweisen, denn

1. hat CAHEN überhaupt keinen motorischen Nerven als Brücke benutzt,
2. das im Falle MANASSE neu mit Nerven versorgte Muskelgebiet des Radialis ist zu groß und der Erfolg zu vollkommen, als daß er von wenigen unbeabsichtigt verletzten Medianusfasern herrühren könnte,

\*) Ich verdanke die genaueren Angaben der persönlichen Mitteilung von Herrn MANASSE.

3. v. HOFMEISTER hat mit besonderer Sorgfalt in seinem Falle die Verletzung der Kabel selbst vermieden.

Daß ein gesunder, nicht degenerierter Nerv die regenerierenden Fasern weiterleitet, und daß diese in den in der Peripherie eingeschalteten peripheren Stumpf richtig hineingelangen, verliert das Wunderbare, das ihm zunächst anhaftet, wenn man erfährt, daß auch im abgetöteten Nerv, der zwischengeschaltet wird (BIELSCHOWSKYS Borsäurenerven, HUBERS Alkoholnerven), die Rolle eines Spaliers für die auswachsenden Fasern sehr gut übernehmen kann, und wenn man bedenkt, daß die ausgewachsenen Fasern immer unter vielfacher Teilung im Überschuß gebildet werden und nach allen möglichen Richtungen ausschwärmen. So ist es sehr wohl möglich, daß, wenn auch die Hauptmasse sich verirrt, doch ein Teil tatsächlich den peripheren Pröpf ling erreicht, und daß dieser Teil nun unter der belebenden Wirkung der Funktion allmählich erstarkt.

Auf jeden Fall wird man, und auch das ist nach den theoretischen Vorstellungen sehr wohl zu verstehen, erst nach sehr langer Zeit auf einen Erfolg rechnen dürfen.

#### g) Einpflanzung des Nerven in den Muskel. Muskuläre Neurotisation. Überbrückung von Nervendefekten durch Muskelstreifen.

Die Prinzipien der Nervenpflanzung kommen auch zur Anwendung bei Operationen, die nicht wie die Pflanzung Nerv und Nerv, sondern Nerv und Muskel zueinander in neue Beziehungen setzen. HEINEKE<sup>54</sup>) und ERLACHER<sup>55</sup>) konnten im Experiment am Kaninchen zeigen, daß die Muskulatur, in welche der zentrale Stumpf eines durchschnittenen natürlichen Nerven implantiert wird, schon 3—4 Wochen von diesem Nerven aus erregbar ist. Das hierauf gegründete Verfahren der direkten Muskelimplantation eines durchtrennten Nerven kommt in Betracht, wenn der Nerv nahe an seinem Eintritt in die Muskulatur abgeschossen ist, so daß die Nahtvereinigungen mit den peripheren Nervenverzweigungen unausführbar ist. v. HACKER<sup>56</sup>) hat mit dieser Methode in einem nach HEINEKES Mitteilung veröffentlichten Fall ihn am gelähmten Trapezium mit dem Accessoriusstumpfe versorgt. Während des Krieges hat FOERSTER damit unter 18 Fällen „10 Heilungen und eine Besserung“ erzielt. HEINEKES Schüler, HABERLAND<sup>57</sup>), implantierte bei Facialislähmung den ausgelösten Hypoglossus in die Gesichtsmuskulatur und sah „7—12 Wochen nach der Operation die ersten Anzeichen des Erfolges“. Erfolglos waren dagegen fünf derartige Implantationen STRACKERS. Auch RANSCHBURG sah nach Einpflanzung des Nervus musculocutaneus in den Muscul. biceps keinen Rückgang der Lähmung, dagegen konnte er mit einer der Neurotisation gelähmter Muskeln nachgebildeten Methode die Implantation sensibler Nerven in das Unterhautzellgewebe des Versorgungsgebietes unter 2 Fällen einmal mit Erfolg vornehmen.

Die zuerst von GERSUNY<sup>58</sup>) und von v. HACKER klinisch angewendete, von ERLACHER experimentell begründete muskuläre Neurotisation setzt den gelähmten Muskel mit einem abgespaltenen normalen Muskellappen in Verbindung, der quer zum Verlaufe seiner Muskel- und Nervenfasern durchschnitten wurde. Auf diese Weise wurde von v. KHAUTZ<sup>59</sup>) der Muscul. cucullaris mit gutem Erfolge auf den gelähmten Muscul. deltoideus überpflanzt. LEXER<sup>60</sup>) und ROSENTHAL<sup>61</sup>) versorgten die gelähmte Gesichtsmuskulatur durch Einpflanzung von Lappen aus dem Masseter und Temporalis mit neuer Energie. Auch ich habe nach zwei derartigen Operationen wegen Facialislähmung Besserung gesehen. Der Mundwinkel hing nicht mehr so stark, die Lidspalte wurde enger, und willkürliche Kaubewegungen übertrugen sich auf beide Teile. Der Erfolg erschien mir aber mehr als mechanische Wirkung der übergeleiteten Muskelstreifen, welche ihre Kontraktionsfähigkeit behalten hatten, wie als ein Beweis für die erfolgte muskuläre Neurotisation der gelähmten



Gesichtsmuskulatur. Auch LEXER ist bei seiner vor ROSENTHAL angegebenen Operation wesentlich auf diese mechanische Wirkung ausgegangen.

Ähnlich wie v. HOFMEISTER bei seiner doppelten Nervenpfropfung den ganzen Nachbarnerven, so verwendete MOSZKOWICZ<sup>62)</sup> einen Streifen gesunder Muskulatur als Brücke für den Nervendefekt. MOSZKOWICZ fußt auf den schon erwähnten Beobachtungen von ERLACHER und HEINEKE, daß die regenerierten Nervenfasern in die Muskulatur hineinwachsen. Er löst deshalb einen Muskelstreifen, welcher mit seiner Seitenfläche mit dem Mutterboden in natürlichem Zusammenhang bleibt, an den Enden und legt hier quere Schnittflächen an, an welche die Stümpfe des defekten Nerven aufgefropft werden (Abb. 326). Nach einer Erfahrung bei einem so behandelten Radialisdefekt, welcher 14 Monate nach der Operation deutliche Symptome der Funktionswiederkehr zeigte, erscheint das Verfahren aussichtsreich, bedarf aber noch weiterer Nachprüfung.

#### h) Vergleichende Bewertung der verschiedenen Methoden.

Die vergleichende Bewertung der verschiedenen Methoden ist nicht leicht. Bei keiner Methode sind die Erfolge ganz ausgeblieben, wenn eine größere Zahl von Fällen lange Zeit beobachtet wurde. Tubularnaht, Distanznaht, Lappenplastik, Auto-, Homo- und Heterotransplantation, Einschaltung von lebendem und von totem Material, einfache und Doppelpfropfung, — sie alle haben einwandfrei festgestellte Erfolge aufzuweisen, und selbst die Tubularnaht mit Agarfüllung, welche von allen zweifellos bei der Prüfung am schlechtesten abgeschnitten hat, scheint gegenüber einer Unzahl von Mißerfolgen doch mit einem einzigen positiven Resultate (SPIELMEYER) aufwarten zu können. Bei keiner der genannten Methoden können aber die bisher vorgelegten Resultate als voll befriedigend angesehen werden.

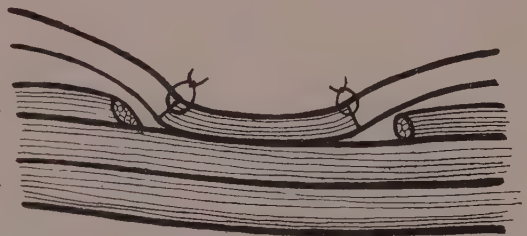


Abb. 326. Überbrückung eines Nervendefektes durch einen Muskelstreifen nach Moszkowicz.

Zweifellos bleiben sie hinter den Ergebnissen der direkten Nerven-naht, welche an sich schon nicht so sind, wie wir wünschen möchten, noch um ein Erhebliches zurück. Wo irgend bei der Kontinuitätstrennung eines Nerven die Naht durch direkte Vereinigung ohne zu große Spannung erreicht werden kann, da sollte sie ausgeführt werden. Die Aussichten auf genügende Funktion eines Armes, an dem durch Humerusverkürzung die Nerven-naht erzwungen wurde, muß ich nach unseren Erfahrungen für günstiger halten, als wenn der Defekt irgendwie überbrückt wurde.

Unter den verschiedenen Überbrückungsmethoden verdient, soweit man nach dem vorliegenden klinischen Material urteilen kann, die Auto- und Homotransplantation des Nerven, die auch nach den Tierexperimenten von FORSSMANN, INGEBRIGTSEN und HUBER sich relativ am besten bewährt hat, den Vorzug vor den anderen Methoden. Wenn auch die Tierexperimente konservierter Nerven der gleichen Tierart bemerkenswerte Resultate ergeben, wird man doch nach den klinischen Erfahrungen die freie Transplantation lebenden Materials, also in erster Linie von mehrfach nebeneinandergelegten Stücken sensibler Nerven, für das aussichtsreichste Verfahren halten dürfen. Die Leistungsfähigkeit aller Methoden der Überbrückung zusammengekommen, steht gegenüber der der Nerven-naht zweifellos weit zurück. STOFFEL<sup>63)</sup> fand bei der Nachkontrolle von Nerven-nähten verschiedener Operateure am Invalidenprüfungsgeschäft 19 Erfolge und 48 Mißerfolge, also 62% Erfolge, während bei den verschiedenen Plastiken nur ein Erfolg auf 11 Mißerfolge kamen.

**Literatur** (abgeschlossen September 1920).

- 1) VANLAIR, Ausführliche Wiedergabe der Versuche siehe MARCHAND, Prozeß der Wundheilung. Enke, Stuttgart 1901, S. 340.
- 2) STEINTHAL, Die Deckung großer Nervenstümpfe durch Tubularnaht. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96 H. 3.
- 3) HÜLSMANN, vgl. RAMSAUER, Zur Technik der Nervnaht; Einscheidung der Distanznaht durch ein Venenstück. Inaug.-Diss. Bonn 1907.
- 4) RANZI, Verhandlungen des Orthopädenkongresses 1916 S. 382.
- 5) ERLACHER, ebenda S. 402.
- 6) SPITZY, Bemerkung zur Überbrückung von Nervendefekten. M. Med. W. 1917 Nr. 11.
- 7) STRACKER, Zu den Überbrückungsversuchen von Nervendefekten. Zbl. f. Chir. 1916 S. 985 und Ergebnisse der Operationen an den peripheren Nerven. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 116 S. 244.
- 8) HUBER, Repair of peripheral Nerve injuries. Surgery Gyn. Obst. 1920 Bd. 30 S. 464.
- 9) EDINGER, Neue Methode der Nervenvereinigung. M. Med. W. 1915 Nr. 51; Zeitschr. f. orth. Chir. 1916 Bd. 36 S. 303. Über die Regeneration der Nerven und ein neues Verfahren zur Vereinigung getrennter Nerven. Berl. Klin. W. 1916 S. 233.
- 10) ENDERLEN und LOBHÖFFER, Zur Überbrückung von Nervendefekten. M. Med. W. 1917 S. 225.
- 11) STRUCK, Zbl. f. Chir. 1917 S. 137.
- 12) HOHMANN und SPIELMEYER, M. Med. W. 1917 Nr. 3.
- 13) WOLLENBERG, D. Med. W. 1917 Nr. 21.
- 14) BERBLINGER, M. Med. W. 1916 S. 503.
- 15) BIELSCHOWSKY, Journ. f. Psych. u. Neurol. 1918 Bd. 22 S. 267.
- 16) WETZEL, Zbl. f. Chir. 1917 S. 575.
- 17) STRACKER, Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 50.
- 18) FORSSMANN, Nervenüberbrückung zwischen Enden abgeschnittener Nerven. D. Med. W. 1917 S. 1263.
- 19) EDEN, Untersuchungen über die spontane Wiedervereinigung durchtrennter Nerven im strömenden Blut und im leeren Gefäßrohr. Arch. f. klin. Chir. Bd. 108.
- 20) ASSAKY, De la suture des nerves à distance. Arch. gén. de méd. 1886 Bd. 2 S. 529—553.
- 21) KILVINGTON, Investigations on the Regeneration of Nerves. Brit. med. Journ. 1905 Bd. 1 S. 935 und Bd. 2 S. 625; ebenso Brit. med. Journ. 1908 Bd. 1 S. 1414 und 1912 Bd. 1 S. 177.
- 22) STRACKER, Zbl. f. Chir. 1916 S. 989.
- 23) FORSSMANN, Nervenüberbrückung zwischen den Enden abgeschnittener Nerven zur Beförderung der Regeneration. D. Med. W. 1917 Nr. 40 S. 1263.
- 24) INGEBRIGTSEN, Experiment. Untersuchungen über freie Transplant. peripherer Nerven. Ref.: Zentralbl. f. Chir. 1916 S. 864.
- 25) EDEN, D. Med. W. 1919 S. 1240.
- 26) DUJARIER und FRANCOIS, Bull. et mém. Soc. de chir. Paris 1918.
- 27) FÖRSTER, D. Zeitschr. f. Nervenhe. 1918 Bd. 59 S. 118.
- 28) EDEN, Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 7.
- 29) STOOKEY, The facility of bridging nerve defects by means of nerve flaps. Surgery Gyn. Obst. 1919 Bd. 29 S. 287.
- 30) TILLMANN, Über Nervenverletzungen und Nervennaht. Arch. f. klin. Chir. 1882 Bd. 27 S. 1.
- 31) BRUNS, Allg. Zeitschr. f. Psych. Bd. 70 S. 656.
- 32) HASHIMOTO und TOKNOKA, Über die Schußverletzungen peripherer Nerven und ihre Behandlung (Tubulisation). Arch. f. klin. Chir. 1907, Bd. 84 S. 354.
- 33) RANSCHBURG, Die Heilerfolge der Nervennaht. Berlin 1918 S. 155.
- 34) THÖLE, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 S. 240.
- 35) LASER, D. Med. W. 1915 S. 1588.
- 36) WEXBERG, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Orig.-Bd. 36 S. 396.
- 37) EDEN, D. Med. W. 1919 Nr. 45.
- 38) FÖRSTER, D. Zeitschr. f. Nervenhe. Bd. 59 S. 120.
- 39) ROBSON, Ausführlich referiert bei EDEN, Arch. f. klin. Chir. 1920 Bd. 108 S. 475.
- 40) UNGER, Verh. d. D. Ges. f. Chir. 1920.
- 41) SENCERT, Zbl. f. Chir. 1919 S. 638.
- 42) LÉTIÉVANT, Traité des sections nerveuses. Paris 1873, Baillière & fils, S. 426.
- 43) SPITZY, vgl. STRACKER, Ergebnisse der Operationen an den peripheren Nerven. Beitr. f. klin. Chir. 1919 Bd. 116 S. 260.
- 44) HAYWARD, Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 13.
- 45) KRÜGER, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 108.
- 46) PELS, Berl. Klin. W. 1916 S. 762; Arch. f. Psych. Bd. 57 S. 706.
- 47) WERTHEIM, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 137 S. 147.
- 48) RANSCHBURG, Heilerfolge der Nervennaht. Berlin 1918 S. 9.
- 49) BORCHARD, Prinzipielles zur Chirurgie der peripheren Nerven. Beitr. z. klin. Chir. 1914 Bd. 91 S. 639.
- 50) CAHEN, D. Med. W. 1914 S. 1888; Zbl. f. Chir. 1917 S. 785 und Zbl. f. Chir. 1920.
- 51) HOFMEISTER, v., Über die doppelte und mehrfache Nervenpfropfung. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96.
- 52) ENDERLEN und KNAUER, M. Med. W. 1915 Nr. 49 S. 1693.
- 53) RANSCHBURG, Heilerfolge der Nervennaht S. 47.
- 54) HEINEKE, Zbl. f. Chir. 1914 S. 465.
- 55) ERLACHER, Zbl. f. Chir. 1914 S. 625.

<sup>56)</sup> HACKER, v., Zbl. f. Chir. 1914 S. 881.<sup>57)</sup> HABERLAND, Zbl. f. Chir. 1916 S. 74.<sup>58)</sup> GERSUNY, Wien. Med. W. 1906 und Wien. Med. W. 1916 Nr. 36.<sup>59)</sup> KHAUTZ, v., Vortrag k. k. Ges. d. Ärzte zu Wien. Bericht Berl. Klin. W. 1916 Nr. 13 und M. Med. W. 1916 Nr. 9.<sup>60)</sup> LEXER, Wiederherstellungschirurgie S. 151. Ambrosius Barth, Leipzig 1919.<sup>61)</sup> ROSENTHAL, Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 24 und Erg. d. Chir. u. Orth. 1918 Bd. 10.<sup>62)</sup> MOSZKOWICZ, M. Med. W. 1917 S. 754.<sup>63)</sup> STOFFEL, M. Med. W. 1919 S. 257.

## 12. Über die Neurolyse.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT.

Mit 5 Abbildungen im Text.

Unter Neurolyse verstehen wir einen operativen Eingriff, der den Zweck verfolgt, einen Nervenstamm in seiner Gesamtheit oder einzelne Bündel desselben aus Verwachsungen zu befreien.

Wir sprechen von äußerer Neurolyse, wenn es sich nur darum handelt, einen in seinem Inneren unverletzten Nerven aus Narben zu befreien, die ihn fixieren, zerren oder komprimieren.

Müssen aber die einzelnen Faszikel eines Nerven aus Narben, die sich im Inneren des Stammes gebildet haben, herauspräpariert werden, so sprechen wir von innerer oder endoneuraler Neurolyse.

Die innere Neurolyse muß, worauf wir noch des näheren eingehen werden, häufig mit einer partiellen Resektion schwer geschädigter oder ganz durchtrennter Nervenbündel verbunden werden; dann handelt es sich um eine Kombination von innerer Neurolyse mit partieller Resektion und Naht oder, wie FÖRSTER<sup>1)</sup> sich ausdrückt, mit faszikulärer Naht.

Alle drei Methoden, ihre Technik, ihr Indikationsgebiet und ihre Prognose müssen wir in diesem Kapitel besprechen. Leider ist eine strenge Scheidung der drei Operationsmethoden nur von verhältnismäßig wenigen Autoren durchgeführt worden, und doch halten wir eine solche getrennte Besprechung für notwendig, um klare Richtlinien für die Zukunft aufstellen zu können.

Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei der äußeren Neurolyse.

Über Indikation und Technik derselben bestehen unter den erfahrenen Autoren kaum oder höchstens ganz geringe Differenzen.

Aus den neugebildeten Verwachsungen, welche den Nerven in Narben oder an Nachbargebilden, wie Muskeln, Sehnen, Gefäßen und Knochen fixieren, muß der Nervenstamm sorgfältig ausgelöst werden, ohne daß er selbst bei der Präparation von neuem lädiert wird. Alle Manipulationen sollen mit Zartheit und äußerster Schonung vorgenommen werden.

Da es sich bald um schmale kurze Bänder, bald um breite Membranen, in anderen Fällen um ringförmige Umschnürungen, in noch anderen um flächen- oder röhrenförmige, lange Verwachsungen in dicken knorpelartigen Narben handelt, so sind die Schwierigkeiten der Neurolyse begreiflicherweise recht verschiedene. Jedenfalls muß die Auslösung so weit fortgesetzt werden, bis der Stamm allseitig proximal und distal bis ins gesunde Gewebe hinein vollkommen freipräpariert ist; Exostosen, die auf den Nerven drücken, die ihn dehnen und spannen, müssen vollkommen abgetragen, geglättet und ihr Wiederwachstum nach den allgemeinen Regeln der Chirurgie verhindert werden.

Findet sich, wie nicht selten, nur eine epineurotische Scheidennarbe, so wird sie vom Gesunden her vorsichtig längsgespalten und vom Nervenstamm abgeschält, bis dieser selbst in möglichst normaler Konfiguration frei daliegt.



Nach der völligen Auslösung haben wir noch eine zweite Aufgabe zu erfüllen, nämlich die, neue Verwachsungen zu verhindern. Soweit ich die Literatur übersehe, hat die Mehrzahl der Chirurgen die ausgelösten Nerven mit gehärteten Gefäßen, Arterien, Venen oder mit Fett, resp. Muskellappen, umscheidet.

Ich selbst habe mich nach den jeweiligen Lokalbefunden gerichtet und bin deshalb nicht immer gleich verfahren.

Für notwendig halte ich eine Unterpolsterung des freigelegten Nerven in den Fällen, in welchen die Neurolyse nur unter stärkeren Gewebsschädigungen oder mit größeren, schwer stillbaren Blutungen aus dem Narbenbett vonstatten geht, oder wo Verwachsungen von Nerven mit einem Knochen, bzw. einer Exostose, bestanden, kurz, in den Fällen, in welchen, ohne besondere Vorsichtsmaßregeln, eine schnelle Wiederwachsung mit dem umgebenden Gewebslager wahrscheinlich ist. In den meisten dieser Fälle habe ich eine Unterpolsterung mit gestielten Fett- oder Muskellappen vorgenommen; vollkommene zirkuläre Umhüllungen der freigelegten Nerven habe ich meist ebenfalls mit Fettlappen, seltener mit gehärteten Gefäßröhren, vorgenommen, aber ich habe mit zunehmender Erfahrung mehr und mehr auf die vollkommene Umhüllung der ausgelösten Nerven verzichtet, da ich keine wesentlichen Vorteile aus dem Verfahren sah; ich habe es mir für die eben skizzierten Fälle reserviert. Will man überhaupt eine vollkommene Umhüllung vornehmen, sei es mit lebendem, sei es mit totem Material, so muß dieses immer in so ausreichender Menge zur Verfügung stehen, und so locker umgelegt werden, daß durch nachträgliche Schrumpfung nicht sekundär Konstriktionen des Nerven herbeigeführt werden können.

Wenn es sich bei der Neurolyse um geringgradige, leicht trennbare Verwachsungen handelte, bei denen die exakte Blutstillung keine Schwierigkeiten hervorrief, dann habe ich auch von einer besonderen Unterpolsterung ganz Abstand genommen. Sie scheint nach meinen Erfahrungen namentlich dann überflüssig, wenn wir den Nerven, wie zum Beispiel bei der Neurolyse des Ischiadikus am Oberschenkel, leicht in ein weiches, annähernd normales Muskelbett lagern können.

Von den verschiedenen zur Umhüllung der losgelösten Nerven verwandten Materialien hat sich jedenfalls das Fett am besten, die Faszienstreifen am schlechtesten bewährt.

Das beste Mittel, um neue Verwachsungen zu verhindern, scheint frühzeitige und ausgiebige Bewegung zu sein; durch sie wird sich der Nerv am sichersten und schnellsten eine neue Gleitbahn schaffen.

Die **äußere Neurolyse** darf nur auf die Fälle beschränkt werden, in denen bei genauester Inspektion und Palpation des freigelegten Verletzungsgebietes eine Veränderung im Innern des Nerven auszuschließen ist. Unter dieser Indikation, aber auch nur bei dieser Einschränkung, muß die äußere Neurolyse gute Resultate ergeben.

Wenn die Resultate, wie die Statistik ergibt, noch nicht durchweg befriedigen, so hat das seinen Grund zum großen Teil darin, daß man mangels genügender Erfahrungen die Indikationsbreite zu weit gezogen hat und daß man sich auf die äußere Neurolyse beschränkte auch in Fällen, in denen der Nerv selbst verletzt war. Dann kann man sich allerdings über mangelhafte oder ausbleibende Erfolge nicht wundern.

Namentlich in Fällen, wo die operative Freilegung des schußverletzten Nerven wegen heftiger Schmerzen vorgenommen wird, sind in der Regel neben äußeren Verwachsungen auch endoneurale Veränderungen vorhanden, die leicht übersehen werden können. In solchen Fällen leistet dann die äußere Neurolyse nur Unvollkommenes.

Wenn auch einzelne Autoren, wie z. B. ARNSPERGER<sup>2)</sup>, allein mit der äußeren Neurolyse heftige Schmerzen beseitigen konnten, so trifft diese Erfahrung für die Mehrzahl der Schußneuralgien nicht zu. Vielmehr ist für die Beseitigung der Schußschmerzen meist auch die Lösung der sensiblen Bahnen im Nerveninneren nötig. Wir werden auf diesen Punkt später noch ausführlicher zurückkommen.

Für die Erfolge der äußeren Neurolyse spielt im übrigen zweifellos auch die Zeitdauer eine Rolle, die von der Verletzung bis zur Operation verfloßen ist. Je größer dieses Intervall, um so langsamer und schlechter ist auch die Wiederherstellung der normalen Funktionen. Das lehren vor allem die eingehenden Statistiken RANSCHBURGS.

Viel schwieriger und komplizierter liegen die Verhältnisse für die **innere Neurolyse**. Die Indikation zu diesem Eingriff ist vielfach diskutiert worden.

Wir verstehen unter **innerer Neurolyse**, wie schon erwähnt, die Lösung der einzelnen Faszikel eines Nervenstammes aus den endoneuralen Narben und die Exzision des im Inneren des Nerven neugebildeten pathologischen Narbengewebes.

Die Technik der inneren Neurolyse ist zwar im Kriege wesentlich und systematisch ausgebildet, sie ist aber auch schon früher geübt worden.

Als Dissoziation der Nervenfibrillen hat sie BABCOCK<sup>3)</sup> 1907 beschrieben. BAR-DENHEUER<sup>4)</sup> hat sie als Paraneurotomie bei Quetschungen empfohlen, um intra-neural entstandene komprimierende Exsudate abzulassen. Im Balkankriege ist sie vereinzelt angewendet, und z. B. von GERULANOS empfohlen worden. Längsinzisionen sind auch im Frieden schon wegen Neuralgien, z. B. von HEILE u. a., ausgeführt worden. Hierher gehört auch die sog. Nervenskarifikation, die bei Verletzungen von BUSCH 1881, dann von EHRMANN und KORTEWEG und neuerdings von LANZ<sup>5)</sup> wieder empfohlen wurde: multiple Längsinzisionen in die Gewebsbrücke, in der die Nervenenden steckengeblieben waren, sollten den Weg zur Peripherie freimachen. Ohne Kenntnis der früheren Arbeiten bin ich in einigen leichten Fällen von Neurombildung von gleichen Erwägungen in ähnlicher Weise vorgegangen; ich kann über den Enderfolg leider nichts aussagen, da ich die spärlichen Fälle nicht wiedergesehen habe; LANZ selbst scheint einige Erfolge erzielt zu haben. Man kann ihm vielleicht beipflichten in der Annahme, daß die Operation wesentlichen Schaden nicht stiften kann. Im ganzen muß man sie aber als eine unvollkommene bezeichnen, die heute durch bessere Technik ersetzt werden kann und soll.

Ich habe schon in meiner ersten Nervenarbeit<sup>6)</sup> darauf hingewiesen, daß man sich in Fällen von partiellen Läsionen durch genaue Inspektion, Palpation und elektrische Reizung Klarheit darüber verschaffen müsse, welche Teile des Nerven leitungs-fähig seien, und daß die ideale Operationsmethode die wäre, die noch reagierenden und erhaltenen Nervenfasern auszulösen und nur die geschädigten nach Exzision der zwischengelagerten Narben zu nähen. In dieser Weise bin ich schon bald nach Kriegsbeginn in geeigneten Fällen vorgegangen; das lag für einen in der Gehirnochirurgie erfahrenen Operateur, der gewöhnt ist, auch am Gehirn nur unter elektrischer Reizung zu operieren, nahe genug: ich habe auch dieselbe Apparatur mit nur unwesentlicher Modifikation benutzt, wie ich sie vom Frieden her für diese Zwecke besaß (REINIGER, GEBBERT und SCHALL), und die freigelegten Nerven bald unipolar, bald bipolar gereizt. Streng genommen gehören die so operierten Fälle zur inneren Neurolyse mit partieller Naht oder, wie FÖRSTER sie nennt, faszikulärer Naht; es sind keine Fälle reiner innerer Neurolyse.

In ähnlicher Weise waren im Kriege HEILE<sup>7)</sup>, HOFMEISTER<sup>8)</sup> und FÖRSTER<sup>9)</sup> frühzeitig vorgegangen.

Die reine innere Neurolyse, d. h. die alleinige Auslösung einzelner Faszikel, oder die Auflösung des Stammes in seine Faszikel hat namentlich STOFFEL<sup>10)</sup> systematisch ausgeführt. Ein prinzipieller Unterschied zwischen der reinen inneren Neurolyse und zwischen endoneuraler Neurolyse und partieller Resektion oder faszikulärer Naht besteht nicht. In einem Falle ist die erste, im anderen die zweite Operation am Platze. Das Ziel ist immer das gleiche: Exzision der die Faszikel umschnürenden Narben, resp. Exzision der für die aussprossenden Nervenfasern unüberwindlichen Narben-mauer. Welche von den Methoden in Betracht kommt, das hängt vom jeweiligen Befunde ab; dieser allein bestimmt, ob wir uns auf die innere oder endoneurale

Neurolyse allein beschränken können oder ob wir an sie die partielle Resektion anschließen müssen, oder schließlich doch die Totalresektion vorzuziehen ist.

Was die Technik der inneren Neurolyse anlangt, so werden die erhaltenen Bündel am besten so ausgelöst, daß man, natürlich mit feinsten Instrumenten, mit dem Schnitt im Gesunden beginnt, ihn vorsichtig durch die Narbenbrücke führt und peripher im Gesunden endet; bisweilen ist es zweckmäßig, sich von beiden Seiten entgegenzuarbeiten. STOFFEL meint, daß der Nerv in geeigneten Fällen auf diese Weise in seine einzelnen Kabel zerlegt werden könne. Nur für ausgesuchte Fälle ist das zuzugeben. Wo die endoneuralen Narben auf ein geringes Maß beschränkt und wo die leitenden Bündel noch zum großen Teil erhalten sind, da wird es für den geübten Operateur nicht schwer sein, einen Stamm wenigstens in seine gröberen Faszikel zu zerlegen.

Besonders schnelle und gute Resultate können namentlich dann erzielt werden, wenn der anatomisch geschulte Chirurg vor der Aufgabe steht, nur eine bestimmte, im Nervenstamm auffindbare Bahn aus den Verwachsungen zu lösen. So hat STOFFEL<sup>11)</sup> z. B. in einem Falle (Fall 1) bei einer Schußverletzung des Peroneus und völligem Ausfall der Dorsalflektoren und der Peronei 4 Monate nach der Verletzung am N. peron. oberhalb der Kniekehle die peri- und endoneurale Narbe sorgfältig entfernt und gesehen, daß schon 10 Tage nach der Operation alle vorher gelähmten Muskeln mit guter Kraft innerviert wurden. Das Resultat war, wie die längere Beobachtung erwie, ein Dauererfolg.

Mit Recht empfiehlt STOFFEL in allen geeigneten Fällen danach zu trachten, zunächst die wichtigsten motorischen Bahnen aus den Verwachsungen zu lösen; am Tibialis z. B. die Bahn für den Trizeps, am Peroneus comm. die Bahn für den Tibialis antic., dann die für den Extensor digitorum et hallucis long. und weiterhin die für die Peronei aus den Umschnürungen zu befreien; am Medianus die Bahnen für die Fingerbeuger; am letzteren Nerv ist es meiner Ansicht nach fast wichtiger, den sensiblen Anteil aus den Verwachsungen zu lösen, da die motorischen Funktionen weitgehend durch den Ulnaris ersetzt werden können. Den Cutaneus surae lateralis empfiehlt STOFFEL stets, wenn irgend möglich, freizumachen, weil seine Einschnürung Ischiaschmerzen hervorrufen könne.

Unbedingt nötig wird die Auslösung der sensiblen Bahnen, wenn die Neurolyse den Zweck verfolgt, Reizerscheinungen, d. h. den bekannten, häufig sehr quälenden Schußschmerz zu beseitigen. Bei solchen Fällen hat namentlich FÖRSTER besonders gute Resultate mit der endoneuralen Neurolyse erzielt.

Zur Technik haben wir kurz noch zu bemerken, daß v. HOFMEISTER<sup>12)</sup> zur Erleichterung der faszikulären Aufbündelung die Infiltration mit halbprozentiger Novokain- oder physiologischer Kochsalzlösung vorzunehmen empfiehlt, ein Verfahren, das wir mit manchen anderen Autoren als zweckmäßig empfehlen können. Ferner ist zu erwähnen, daß FÖRSTER zwischen die ausgelösten Faszikel gelegentlich Fettläppchen gelagert hat, um neue Verwachsungen der Faszikel untereinander zu verhindern. Ich glaube, man sollte von solchen Zwischenlagerungen Abstand nehmen. Die bisherige Erfahrung wenigstens scheint zu beweisen, daß nach sorgfältiger Exzision der Narben, nach exakter epineurotischer Naht und sorgfältiger Blutstillung neue Verwachsungen nicht entstehen, während sehr wohl die narbige Umwandlung implantierter Fettläppchen zu neuen Störungen, Zerrungen und Kompressionen der leitenden Fasern führen könnte.

STOFFEL verläßt sich bei der inneren Neurolyse weitgehend auf seine anatomischen Kenntnisse. Unserer Ansicht nach ist dieser Orientierungsmethode durch den normalen Aufbau des Nerven, wie unsere exakten anatomischen Untersuchungen gezeigt haben, ein Ziel gesetzt, und es sollten Lösungen von Faszikeln nur unter genauester Kontrolle des Auges evtl. mit Hilfe einer Lupe und mit Hilfe des elektrischen Stromes, wo das möglich ist, vorgenommen werden. Wo die elektrische Reizung versagt, da steht es mit der Orientierung am Nervenquerschnitt an vielen Stellen außer-



ordentlich schwierig, ja, sie wird völlig unmöglich. Das haben uns unsere sehr sorgfältigen Untersuchungen am Medianus<sup>13)</sup> und Radialis<sup>14)</sup> vielfach erwiesen. Sie haben uns gezeigt, daß, wenn man sehr viele Präparate durchmustert, man auf erhebliche Differenzen der inneren Topographie rechnen muß. Auf eine konstante Topographie der einzelnen Bündel ist nicht einmal an deren Austritt aus dem Stamm, oder kurz vor demselben zu rechnen. Je mehr zentral man kommt, um so variabler sind die Verhältnisse, um so mehr muß man mit der Möglichkeit rechnen, daß Abweichungen vom normalen Typus vorkommen.

Unsere Aufbündelungsversuche haben uns weiter gezeigt, daß Verletzungen von Verbindungsbahnen der einzelnen Faszikel untereinander unvermeidbar sind, wenn man die Bündel auf längere Strecken isolieren wollte.

Welche Bedeutung diese Verbindungsbahnen haben, das wissen wir noch nicht. Eine Aufbündelung ohne Verletzung solcher Verbindungsbahnen läßt sich also nur auf gewisse Strecken hin ausführen. Die Länge dieser Strecken wechselt; sie ist eine andere beim N. medianus als beim N. radialis, anders beim N. radialis als beim N. ischiadicus. Sie wechselt auch mit der Höhe, in welcher operiert werden muß. An der unteren Umschlagstelle des Radialis z. B. ist, wie wir gezeigt haben, wegen des plexusartigen Baues eine exakte Aufbündelung ohne Nebenverletzungen unmöglich (Abb. 327). Wohl lassen sich einige grobe Faszikel voneinander trennen, aber Isolierungen einzelner Bahnen auf längere Strecken gelingen nicht.

Auch Querschnittserien<sup>15)</sup> (Abb. 328) zeigen uns, wie sehr sich die Querschnittsbilder eines Nerven schon ändern, wenn sie nur wenige Zentimeter voneinander entfernt liegen\*). Ähnliche Auffassungen über den Aufbau peripherer Nerven, wie wir, vertreten auf Grund ihrer Forschungen KRAUSE, EISLER, BRAUS u. a. EISLER z. B. äußert sich folgendermaßen: „Wohl vermögen wir nach Entfernung des Epineuriums die Äste noch auf lange Strecken vom Stamme zu lösen, aber schließlich kommt man stets auf eine Stelle, wo die Trennungsmöglichkeit aufhört.“

Sorgfältige Untersuchungen hat im Jahre 1916 auch SELIG<sup>16)</sup> ausgeführt. Seine Resultate sind den unserigen sehr ähnlich. Wenn wir, so meint SELIG, auch kurz vor dem Eintritt in den Muskel die gesamte Bahn an charakteristischer Stelle finden, so ist das an beliebiger Stelle des Stammes, z. B. sehr weit kranial, nicht mehr der Fall. Die Bahnen sind dann einzeln fast unauffindbar, weil sie, wie BRAUS sich ausdrückt, „serial streuen“.

Die Anastomosen, die sich zwischen den einzelnen dickeren Nervenbündeln bei der anatomischen Präparation eines Nervenstammes finden, bezeichnet SELIG z. T. als Schein Anastomosen. Der innere Plexus käme nur durch Verfilzen des Bindegewebes, nicht durch Verfilzung der Nervenbündel selbst zustande. Schein Anastomosen kommen nach SELIG dadurch zustande, daß an einzelnen Stellen Verflechtungen verschiedener Bahnen miteinander vorkommen. Eine andere Form

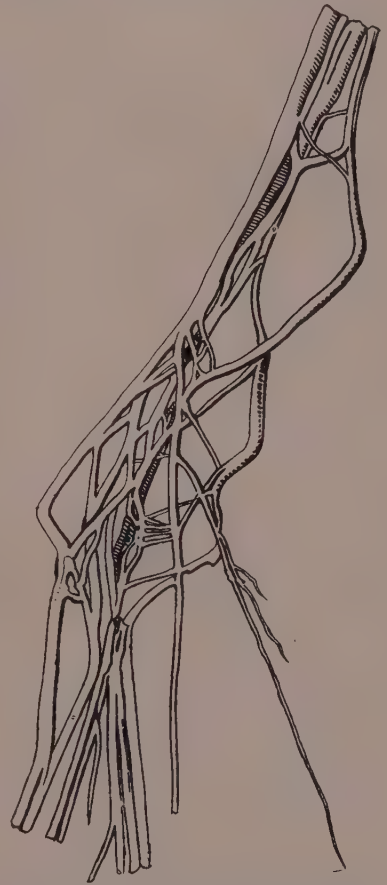
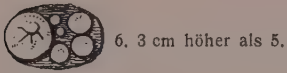


Abb. 327. Plexusartiger Aufbau des N. radialis an der Umschlagstelle.  
Nach Borchardt-Wjasmenski.  
(Aus Bruns Beiträge, Bd. 117.)

\*) Näheres siehe über den Bau des N. medianus von M. BORCHARDT und WJASMENSKI, BRUNS Beitr. z. klin. Chir. Bd. 107 H. 5.

von Scheinanastomosen soll dadurch entstehen, daß sich 2 oder 3 Stränge miteinander in Form eines Zopfes zusammenrollen können. Wir selbst halten vorläufig noch an der Auffassung des inneren Plexus fest. Praktisch geht jedenfalls auch aus SELIG'S Untersuchungen hervor, daß es allenfalls möglich ist, die Topographie im peripheren Nerven kurz vor seinem Eintritt in den betreffenden Muskel anzugeben, daß wir aber gezwungen wären, sehr viele Einzelangaben zu machen, wollten wir für den Gesamtverlauf des Nerven die jeweils bestehenden topographischen Verhältnisse angeben, da der Punkt, an dem sich die aus verschiedenen Segmenten



6. 3 cm höher als 5.



5. 3 cm höher als 4.



4. 2 cm höher als 3.



3. 4 cm höher als 2.



2. 2 cm höher als 1.

1. 2 1/2 cm oberhalb  
des Epikondylus.

Abb. 328. Linker Medianus. Diese Bilder sollen noch einmal die außerordentlichen Verschiedenheiten in der Querschnittszeichnung eines Medianusstammes zeigen. — Es ist unmöglich, die gleichen Bahnen zu vereinigen, wenn größere Nervenstücke fehlen. — Etwa doppelt vergrößert gezeichnet. Nach Borchardt-Wjasmensky.

(Aus Bruns Beiträge, Bd. 107.)

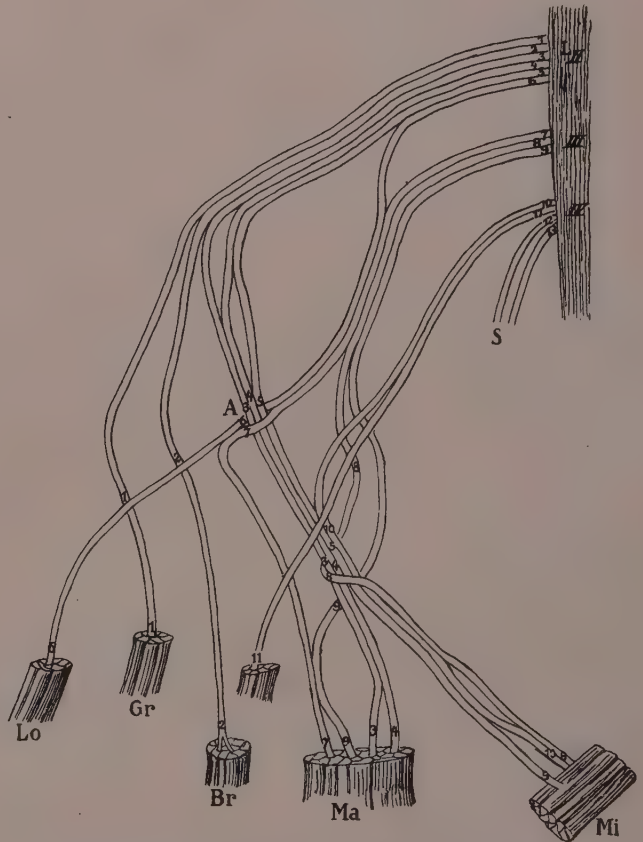


Abb. 329. N. obturatorius eines Neugeborenen  
völlig aufgefaset (nach SELIG).

Ma = M. adductor magnus.

Bei A keine Anastomose, sondern ein Teil der Magnusbahn läuft in Form einer Scheinanastomose durch die Longusbahn (häufiger Befund).

S = sensibel. Gr = M. gracilis. Lo = Adduct. longus.

kommenden Bahnen zu einem Bündel vereinigen, für die verschiedenen Muskeln verschieden liegt. Die aus verschiedenen Segmenten kommenden Züge haben oft Bahnen anderer Muskeln zwischen sich. Wenn man sich die Verflechtungen und wenn man sich weiter die Form der zusammengerollten Zöpfe, wie sie SELIG beschreibt, vorstellt, dann wird man wohl auch nach diesen Befunden den Schluß für berechtigt halten, daß eine Aufbündelung solcher Stellen ohne Verletzung vielleicht noch intakter und klinisch wichtiger Bahnen am lebenden Nerven mit unserer jetzigen Technik unmöglich erscheint (Abb. 329).

Nun möchte ich weiter darauf hinweisen, daß SELIG nur 2 Präparate vom Plexus pectoralis und 9 vom N. obturatorius präpariert hat, während die Präparationen

anderer Nerven aus nicht vernünftigen Gründen schlechter gelangen, daß ferner die Präparate von Neugeborenen stammten. Ich glaube deshalb zu der Annahme berechtigt zu sein, daß bei der Durchmusterung einer noch größeren Anzahl von Präparaten und bei der Durchmusterung von gemischten Nerven Erwachsener, wie sie unseren Arbeiten zugrunde lag, die Verhältnisse anatomisch, topographisch-anatomisch und chirurgisch noch komplizierter sind.

Mit derselben wichtigen Frage beschäftigte sich eine Arbeit von HEINEMANN. HEINEMANN<sup>17)</sup> kommt zu denselben Ergebnissen wie wir. Die Schnittserien auch seiner Medianuspräparate sprechen eine deutliche Sprache; sie zeigen ebenso wie die unserigen, daß selbst die beiderseitigen Mediani eines und desselben Individuums an symmetrischen Stellen ganz ungleichartige Querschnittsbilder ergeben, daß der innere Aufbau auch an symmetrischen Stellen an einem und demselben Individuum verschieden sein kann.

Schon im Jahre 1916 haben wir ferner bei der Beschreibung des N. medianus ausführlich darauf hingewiesen, daß selbst bei der Absplittung der Hauptbahnen vom Stamm Variationen vorkommen (Abb. 330 u. 331).

Ich mußte auf den inneren Aufbau der Nerven etwas ausführlicher eingehen, um den Nachweis zu führen, daß allein schon aus normal anatomischen Gründen das Indikationsgebiet zu einer vollkommenen Aufbündelung, d. h. zu einer totalen inneren Neurolyse, eng begrenzt ist. Durch die anatomischen Veränderungen und Zerstörungen, denen wir bei schußverletzten Nerven gegenüberstehen, wird es noch enger.

Sitz, Ausdehnung und Härte der endoneuralen Narben, die Zahl und die Wertigkeit der erhaltenen Nervenbündel sind für die Frage, ob überhaupt eine innere Neurolyse möglich und zweckmäßig ist, von ausschlaggebender Bedeutung.

Ist die endoneurale Narbe von geringer Ausdehnung und Härte, so kann es verhältnismäßig leicht gelingen, die Narben zu exzidieren oder die erhaltenen, aber komprimierten Bündel aus den Narben herauszulösen. Sind kleine Bündelchen zerschossen und enden sie, wie FÖRSTER gezeigt hat, in den Narben mit kleinen neuromartigen Anschwellungen, so kann man die Bindegewebsbrücke exzidieren, die zerschossenen Bündel anfrischen und nähen. Sitzt ein größeres Neurom zentral im Nervenstamm und ziehen noch wichtige Bündel, gut erhalten, zu beiden Seiten bandartig über die Narbenspindel hin, so kann die Exzision dieser letzteren unter Erhaltung der noch intakten Nervenfasern gut gelingen; die Exzision der Narbe wird dann zentral und peripher so weit geführt, daß normale Nervenbündelchen durch wenige epineurotische Nähte miteinander in Berührung gebracht werden können; um sie herum legen sich dann die vorher abgeschälten, noch intakten Faszikel in Schleifenform. Das alles sind Eingriffe, die als partielle innere Neurolyse mit partieller Naht bezeichnet werden müssen.

Die Auslösung erhaltener Bahnen aus den Narben wird um so schwieriger, je länger die Narbe, je härter und dicker sie ist. Von reiner totaler innerer Neurolyse ist dann unbedingt Abstand zu nehmen. Forciert man sie, so kann es passieren, daß man nach mühsamer Arbeit nur noch ein Bündel stark veränderter, durch Narbenbrücken miteinander verbundener Nervenfasern vor sich hat. Es kann auch vorkommen, daß man bei der Aufsplittung die Struktur des Nerven peripher und zentral trotz aller Sorgfalt weiter zerstört, als es bei primärer partieller oder totaler Resektion geschehen wäre. Ich war einige Male nach mühsamen Versuchen der Aufbündelung so wenig von dem Resultate befriedigt, daß ich es vorzog, die Operation mit einer Totalresektion zu beenden. Ich habe also zweifellos Schädigungen von zu weitgehenden Aufbündelungsversuchen gesehen und habe es manchmal bereut, daß ich der Methode mehr zutraut habe, als sie aus normal-anatomischen und pathologisch-anatomischen Gründen zu leisten imstande ist.

Das Anwendungsgebiet der partiellen Resektion mit Naht scheint uns bei den Schußverletzungen der Nerven größer zu sein.



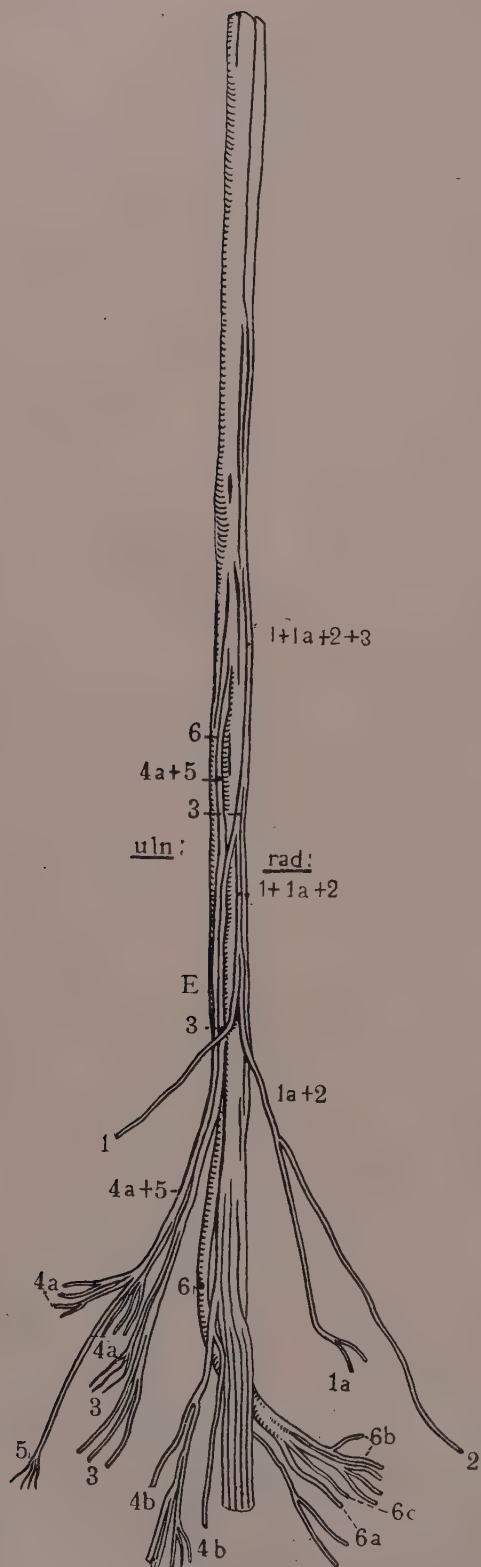


Abb. 330. Rechts.

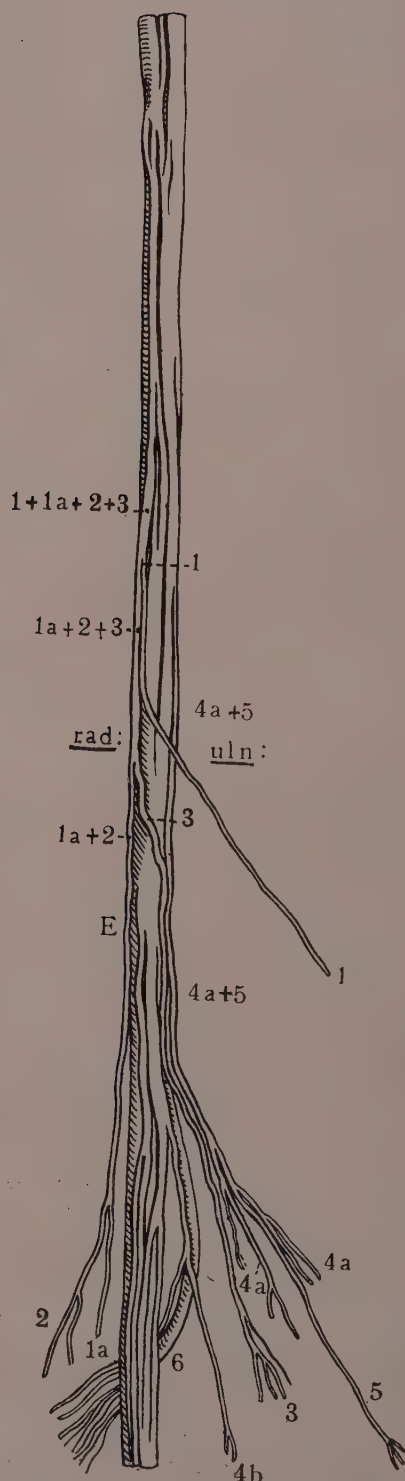


Abb. 331. Links.

Abb. 330 u. 331. Rechter und linker Medianus zeigt den verschiedenen Aufbau bei ein und demselben Individuum nach eigenen Präparaten.

Aus Bruns Beiträge, Bd. 107.

Ob im speziellen Einzelfall reine Neurolyse, partielle Resektion und Naht oder eine Totalresektion vorzuziehen ist, das hängt nicht nur von rein technischen, sondern auch von klinischen Erwägungen ab. Wichtige, noch erhaltene Nervenbündel wird man zunächst zu schonen suchen, unwichtige wird man leichter opfern.

Da nicht selten Nervenbündel bei direkter Reizung ansprechen, die perkutan nicht zu erregen waren, so lege ich auf die intraoperative elektrische Untersuchung größten Wert. Erweisen sich dabei wichtige Muskelgruppen bei Reizung zentral von der Narbe erregbar, so haben wir stets versucht, die betreffenden Bündel herauszulösen; ich selbst habe wie PERTHES, RANSCHBURG, CASSIRER, KALISCHER, OPPENHEIM u. v. a. auch Fälle gesehen, in denen nur durch Reizung peripher von der Narbe Zuckungen in den betreffenden Muskeln zu erzielen waren; ohne auf die Erklärungen dieser interessanten Befunde, die namentlich PERTHES eingehend studiert hat, einzugehen, heben wir hervor, daß uns diese Reaktionen, die nur peripher von der Narbe erzielt wurden, nicht zur Erhaltung der betreffenden Bündel veranlaßt haben. Bei der elektrischen Reizung muß man sich übrigens vor Täuschungen hüten, die durch Überspringen des Stromes hervorgerufen werden können.

Zu ähnlichen Auffassungen über die innere Neurolyse sind schließlich WEXBERG<sup>18)</sup>, FÖRSTER<sup>19)</sup>, RANSCHBURG<sup>20)</sup> u. a. gekommen.

FÖRSTER war von den Resultaten der inneren Neurolyse durchaus nicht immer befriedigt; wenn er auch in einer Reihe von Fällen sehr schnelle Wiederkehr der Funktion konstatieren konnte, so standen diesen andere gegenüber, in denen die Besserung eher langsam eintrat, und in denen sie auf die Dauer unvollkommen blieb. FÖRSTER ist infolgedessen mit zunehmender Erfahrung in bezug auf die innere Neurolyse zurückhaltender geworden; er ist mehr zur Neurolyse mit partieller oder, wie er sich ausdrückt, faszikulärer Naht oder zur Totalresektion übergegangen. FÖRSTER ist in der Indikation zur Totalresektion eher noch radikaler wie wir; er empfiehlt sie auch dann, wenn am freigelegten Nerven noch einige Muskeln elektrisch erregbar sind, wenn z. B. im Radialisgebiet der Supinator longus und Ext. carp. rad. oder wenn im Medianusgebiet der Pronator und Flexor carp. rad. oder im Peroneusgebiet die Musculi peronei erhalten sind.

Ich selbst habe in solchen Fällen zunächst noch versucht, die erhaltenen Bahnen auszulösen und den Rest des Nerven zu resezieren. Vorzügliche Erfolge hat FÖRSTER mit der reinen inneren Neurolyse bei den heftigen Schußschmerzen erzielt.

RANSCHBURG<sup>20)</sup>, der ebenfalls über ein großes, sehr gut und lange Zeit hindurch beobachtetes Material verfügt, ist von den Erfolgen der inneren Neurolyse auch nicht begeistert. Er warnt in seiner Arbeit mit Recht davor, unbedingt jeden nach der Operation eintretenden Erfolg auf das Konto des operativen Eingriffes zu schieben. Jeder von uns hat ja Fälle gesehen, die zur Operation bestimmt, plötzlich spontan Besserungen und schließlich völlige Wiederherstellungen zeigten.

Immerhin ist die Zahl der nach den Neurolysen erfolgten Besserungen so groß, daß sie trotz aller berechtigten Kritik doch wohl in der Mehrzahl dem operativen Eingriff zu verdanken ist. Das trifft sowohl für die äußeren als auch für die inneren Neurolysen zu.

RANSCHBURGS Statistik umfaßt 504 Fälle von Neurolyse, davon sind 247 äußere und 158 rein innere Neurolysen (innere Neurolysen mit partieller Naht sind in diesen Zahlen nicht mit einbegriffen).

Ein Erfolg konnte für die äußere Neurolyse in ca. 37,25% der Fälle festgestellt werden, für die innere in 42,4%.

Diese Erfolge erscheinen gegenüber den von anderer Seite mitgeteilten, die über 75—100% Erfolge berichten, bescheiden, und es ist interessant, daß zu Anfang auch RANSCHBURG bei kurzer Beobachtungszeit und kleinen Zahlen ebenfalls von fast 100% Erfolgen berichten konnte.

Die viel geringeren Resultate wurden erst gewonnen bei größeren Zahlen und längerer Beobachtungsdauer; sie entsprechen also mehr den tatsächlichen Verhältnissen. RANSCHBURG hat im Gegensatz zu PERTHES, FÖRSTER und mir seit Anfang 1916 das Indikationsgebiet für die innere Neurolyse wesentlich erweitert. Fälle, deren Resektion er früher empfohlen, wurden jetzt der inneren Neurolyse unterzogen und nur solche Fälle noch reseziert, wo in homogenen Narben Nervenstränge überhaupt nicht isolierbar waren.

Diese weite Indikationsstellung erklärt z. T. den großen Prozentsatz von Mißerfolgen; die andere Ursache aber für diese ist in der Zeitspanne zu suchen, die zwischen Verletzung und Operation lag.

RANSCHBURGS sorgfältige Statistik beweist, daß die Erfolge um so schlechter werden, je größer das Zeitintervall war, das zwischen Verletzung und Operation lag.

Bei den relativ frischen Fällen blieb ein Erfolg nur in 26,3% der Fälle gänzlich aus. In den veralteten dagegen in 60,3%. Die Statistik lehrt weiter, daß je länger die Beobachtungszeit währte, um so mehr die Zahl vollkommener Mißerfolge abnahm. Diese Tatsache stimmt ja vollkommen mit der Erfahrung bei anderen Nervenoperationen überein.

Zwei Drittel der länger beobachteten Fälle zeigten schon im ersten halben Jahr, viele schon in den ersten drei Monaten Anzeichen von Besserung. Von Fällen, die ein ganzes Jahr hindurch keine Besserung gezeigt hatten, traten noch etwa 40% in das Stadium der Besserung ein. Der Grad der Besserung, d. h. des Enderfolges, war dann am größten, wenn die Verletzung nicht länger als 5 Monate zurücklag.

Die geringsten Besserungen wiesen die Fälle auf, in denen die Verletzung am längsten bestand.

An sich muß man die Resultate RANSCHBURGS sowohl bei der inneren als bei der äußeren Neurolyse für bescheiden und unbefriedigend erklären, und ich möchte, wie eben angedeutet, glauben, daß, abgesehen von den Ursachen, die er selbst zur Erklärung dieser Tatsache anführt, noch ein weiterer Grund hinzukommt, nämlich der, daß das Indikationsgebiet für die innere Neurolyse auch von RANSCHBURG zu weit gezogen worden ist. Auch er hat von der Methode mehr erwartet, als sie gehalten hat.

Auch HEILE<sup>21)</sup> äußert sich über den Erfolg der inneren Neurolyse bei Schußverletzungen sehr vorsichtig. Er hat die Beobachtung gemacht, daß die Wiederherstellung der Funktion von Nerven, die bei der Operation stark aufgefásert werden mußten, auffallend spät eintrat; er schließt aus dieser Beobachtung, daß die Auflösung eines Nerven in seine einzelnen Fasern Schaden stiften kann; man solle deshalb die intra-neurale Auflösung nur im Groben ausführen, sich nur auf die leicht zu trennenden Bündel beschränken, die Isolierung aber einzelner Bahnen unterlassen.

STRACKER-SPITZY<sup>22)</sup> haben bei 20 inneren Neurolysen nur in der Hälfte ihrer Fälle Besserungen konstatiert. Das geringe Resultat schiebt STRACKER auf die zu grobe Technik. Sieht man sich einmal genauer die mikroskopischen Bilder schußverletzter Nerven an, so versteht man in der Tat, daß es auch mit den feinsten Instrumenten unmöglich ist, einen Nerven in seine Bündel aufzulösen.

Die Auffassung der genannten Autoren stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der unserigen überein. Ihnen steht eine kleinere Zahl anderer Chirurgen gegenüber, welche Schädigungen bei der inneren Neurolyse nicht beobachtet haben.

MAUSS-KRÜGER<sup>23)</sup> z. B. betonen, daß die innere Neurolyse bei sachgemäßer Ausführung nichts schaden kann. KRÜGER gibt an, daß er durch die innere Neurolyse schnelleren Erfolg erzielte, als nach der Exzision und Naht.

Ich bin der Ansicht, daß man die Erfolge, die mit den beiden Operationsmethoden erzielt werden, nicht miteinander vergleichen sollte, denn das Indikationsgebiet für beide ist eben ein verschiedenes. Für die innere Neurolyse kommen, wie wir wiederholt betont haben, nur die Fälle in Betracht, in denen einzelne wichtige noch erhaltene Bahnen ihre Funktion durch Narben-



einschnürung eingebüßt haben. Durch Exzision der einschnürenden Narben wird die Bahn, auf der die Willensimpulse fortgeleitet werden, wieder frei. Das muß in der Regel leichter und schneller gehen, als wenn zerrissene Bündel oder ganze Nerven reseziert und genäht werden. Für die erste Methode (innere Neurolyse) kommen die leichten, für die zweite (partielle Resektion und Naht) nur die schwereren Fälle in Frage.

Ganz kurz möchte ich die Zahlen einiger Statistiken mitteilen.

Unter seinen Neurolysen hat PERTHES in ca. 69,4%, SPITZY in 80,6%, SALOMON in 80%, HEINEMANN in 100%, ROST in 83,3%, FÖRSTER in 75,6%, WEXBERG in 84%, RANZI in 76% Besserungen erzielt.

Die inneren und äußeren Neurolysen sind von den Autoren nicht immer streng getrennt; aus dieser Tatsache erklärt sich wohl z. T. das scheinbar gute Resultat einiger Statistiker; denn es dürfte als sicher anzunehmen sein, daß bei richtiger Indikationsstellung die äußere Neurolyse eines in seiner Kontinuität intakten oder höchstens sehr wenig geschädigten Nerven bessere Resultate ergeben muß als die innere Neurolyse. Eine gewisse Kritik bei der Beurteilung der mitgeteilten Statistiken ist auch noch insofern am Platze, als, worauf wir schon früher mit RANSCHBURG hingewiesen haben, nicht alle postoperativen Resultate wirklich durch den operativen Eingriff erzielt worden sind.

RANSCHBURG allein hat noch eine besondere kleine und interessante Statistik zusammengestellt über Fälle, in denen die innere Neurolyse mit partieller Naht kombiniert wurde. Er verfügt über 56 dahingehende Beobachtungen und gibt an, daß nach dieser kombinierten Operation in 37,5% der Fälle Zeichen einer mehr oder minder hochgradigen Wiederherstellung erzielt wurden. Der größere Teil der Erfolge schien ihm auf die resezierten und genähten Faszikel zu kommen, der kleinere auf die innere Neurolyse.

Auf Grund meiner eigenen Erfahrungen und der Mitteilung anderer erfahrener Operateure glaube ich zu folgenden Schlußsätzen berechtigt zu sein:

1. Die innere reine Neurolyse soll ausgeführt werden in den Fällen, in denen es sich darum handelt, eine im Nervenstamm leicht auffindbare, wichtige motorische Bahn aus den narbigen Umklammerungen zu lösen.

2. Besonders gute Erfolge sind von ihr in Fällen von Schußschmerz zu erwarten.

3. Darf man sie noch in solchen Fällen ausführen, in welchen es evtl. unter Zuhilfenahme der HOFMEISTERSCHEN Aufschwemmung gelingt, den Stamm in seine gröberen Faszikel ohne Verletzung von Anastomosen oder von Scheinanastomosen aufzulösen.

4. Bei der Aufbündelung darf man sich nicht allein auf die Kenntnisse der inneren Topographie verlassen, sondern muß unbedingt, wo es irgend möglich ist, die elektrische Reizung zu Hilfe nehmen; die Inspektion, die Palpation, die funktionelle Untersuchung und die elektrische Kontrolle des freigelegten Nerven müssen gemeinsam für unser Vorgehen maßgebend sein.

5. Bei stärkerer Neurombildung empfiehlt es sich, die innere Neurolyse nicht zu forcieren, sondern besser die innere Neurolyse mit partieller Naht oder die Totalresektion auszuführen. Je geringer die funktionelle Bedeutung der noch erhaltenen Bündel ist, um so eher entschieße man sich zu radikalem Vorgehen.

6. Die äußere Neurolyse darf nur auf solche Fälle beschränkt werden, bei denen der Nervenstamm selbst bei seiner Lösung aus den Narben biotisch und palpatorisch vollkommen normal ist; namentlich dürfen

bei den schweren Schußneuralgien endoneurale Veränderungen nicht übersehen werden.

7. Was den Zeitpunkt der Operation anlangt, so gilt sowohl für die äußere als auch für die innere Neurolyse, daß weder zu früh noch zu spät operiert werden soll. Vor zu früher Operation ist zu warnen, denn es kann sehr wohl passieren, daß noch in Ausbildung begriffene Veränderungen übersehen werden; ein Operationserfolg kann dann ausbleiben oder unvollkommen werden. Solche Beobachtungen sind mehrfach gemacht worden. MORO<sup>24)</sup> z. B. hat zwei Beobachtungen mitgeteilt, in denen die frühzeitige Längsinzision der freigelegten Nerven keine Veränderungen ergab; da aber nach der Operation eine funktionelle Besserung nicht eintrat, wurden die Nerven zum zweiten Male freigelegt und nun zeigten sich schwerere Zerstörungen. Solche Fälle sind sicher häufiger beobachtet als mitgeteilt worden.

Für eine frühzeitige innere Neurolyse könnte allerdings ein Argument angeführt werden; man kann sich vorstellen, daß durch frühzeitige Spaltung eines Nerven, durch Entleerung von Blut- und Lymphergüssen eine Druckentlastung herbeigeführt wird und daß die Bildung von endoneuralen Narben verhindert werden kann. Man würde dann mit der Frühoperation eine Art Prophylaxe treiben, die dann ihre Berechtigung hätte, wenn sie im Erfolge sicher und wenn Schädigungen durch sie auszuschließen wären. Für beides aber können wir nicht garantieren. Wir würden gewiß manche Operation ausführen, die überhaupt unnötig wäre, da in Fällen mit so geringen Schädigungen vielfach auf spontane Heilungen zu rechnen ist.

Wir können also zu Frühoperationen ebenso wie FÖRSTER, SPIELMEYER, CASSIRER, OPPENHEIM, KALISCHER, RANSCHBURG u. v. a. nicht raten.

Für den Plexus läßt FÖRSTER eine Ausnahme aus rein chirurgischen Gründen zu. Bei ihnen rät er schon nach zwei Monaten zur Operation zu schreiten, wenn keine Zeichen beginnender Restitution vorhanden sind, weil die Neurolyse am Plexus bei längerem Zuwarten sehr erschwert ist und die Schwierigkeit der Lösung von den großen Gefäßen, mit Zunahme der Festigkeit der Narben, wächst.

Wie vor dem Zufrüh, so ist vor dem Zuspät zu warnen. Man darf nicht warten, bis die Störungen mehr oder weniger irreparabel geworden sind.

Die Statistiken RANSCHBURGS geben für diese Behauptungen den zahlenmäßigen Beweis. Die beste Zeit für die Neurolyse liegt zwischen dem 3. und 6. Monat nach der Verletzung.

#### Literatur.

- <sup>1)</sup> FÖRSTER, Die Symptomatologie der Therapie der kriegsverletzten oder peripheren Nerven. D. Zeitschr. f. Nervenhe. Bd. 59 H. 1—4. — <sup>2)</sup> ARNSPERGER, Bruns Beitr. Bd. 98 H. 5. — <sup>3)</sup> BABCOCK, DE, Dissociation nerveuse, Nouvelle méthode pour la cure de certaines Affections douloureuses ou paralytiques des troncs nerveux 1907 par Mm. Wayne Babcock. — <sup>4)</sup> BARDENHEUER, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 96; s. auch THÖLE, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98 (mit Literatur). — <sup>5)</sup> LANZ, Nerven-skarifikation. M. Med. W. 1917 Nr. 16. — <sup>6)</sup> BORCHARDT, Bruns Beitr. Bd. 97. — <sup>7)</sup> HEILE, Bruns Beitr. Bd. 108. — <sup>8)</sup> HOFMEISTER, Bruns Beitr. Bd. 93. — <sup>9)</sup> FÖRSTER, s. das. — <sup>10)</sup> STOFFEL, D. Med. W. 1915 Nr. 42. — <sup>11)</sup> STOFFEL, D. Zeitschr. f. orth. Chir. Bd. 36. — <sup>12)</sup> HOFMEISTER, v., Bruns Beitr. Bd. 96 H. 3. — <sup>13)</sup> BORCHARDT und WJASMENSKI, N. medianus. Bruns Beitr. Bd. 107. — <sup>14)</sup> Derselbe, N. radialis. Bruns Beitr. Bd. 117. — <sup>15)</sup> Derselbe, N. medianus. Bruns Beitr. Bd. 107. — <sup>16)</sup> SELIG, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 137. — <sup>17)</sup> HEINEMANN, Arch. f. klin. Chir. 1917 Bd. 109. — <sup>18)</sup> WEXBERG, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1919 Bd. 18 S. 4/5. — <sup>19)</sup> FÖRSTER, D. Zeitschr. f. Nervenhe. Bd. 59. — <sup>20)</sup> RANSCHBURG, Heilerfolge der Nerven-naht usw. 1918. — <sup>21)</sup> HEILE, Bruns Beitr. Bd. 108. — <sup>22)</sup> STRACKER, Bruns Beitr. Bd. 116. — <sup>23)</sup> MAUSS-KRÜGER, Bruns Beitr. Bd. 108. — <sup>24)</sup> MORO, Zeitschr. f. Chir. 1916 Bd. 138 H. 3/4.

### 13. Behandlung von Schmerzzuständen nach Nervenschüssen.

Von Prof. Dr. GEORG PERTHES.

Mit 2 Abbildungen im Text.

Schwere Schmerzzustände, die in früheren Kriegen nur selten beobachtet wurden und keine besondere Beachtung in der ärztlichen Kriegswissenschaft fanden, haben durch ihre Häufigkeit und durch ihre Eigenart in diesem Kriege eine überraschend große Bedeutung gewonnen. Es war besonders die ununterbrochen über Monate und Jahre sich erstreckende Dauer des Schmerzes und seine oft enorme Heftigkeit, die dazu führte, den Nervenschußschmerz gegenüber den vorübergehenden Schmerzen, die bei jeder Nervenverletzung aus irgendeinem Anlaß auftreten können, als besonderes Krankheitsbild aufzustellen. Es ist das Verdienst von SCHLÖSSMANN<sup>1)</sup>, diese schwere Kriegsfolge, die den davon Betroffenen das Leben in eine ununterbrochene Qual verwandelt, an dem Material der Tübinger Klinik genau studiert und eingehend bearbeitet zu haben. Wir können hier im wesentlichen nur seiner Darstellung folgen.

Bei 498 Nervenschußverletzungen der Peripherie, die in der Tübinger Klinik behandelt wurden, haben in 108 (23%) Schußschmerzen bestanden. Diese erreichten in 29 Fällen außerordentliche Heftigkeit, so daß das Krankheitsbild von ihnen beherrscht wurde. Am häufigsten handelte es sich bei den schmerzhaften Fällen, wie der Operationsbefund lehrte, um Prellschüsse oder Prellschüsse mit teilweisem Abschluß. Auch die Kommotionsschädigungen geben nicht selten zu Schußschmerzen Anlaß, während bei glattem Abschluß diese extrem schmerzhaften Zustände nur in einem kleinen Prozentsatz der Fälle beobachtet werden. Bei Plexus- und Ischiadikusverletzungen sehen wir sie am häufigsten, beim Nervus radialis am seltensten. Sie sind um so häufiger und um so hartnäckiger, je näher die Verletzung am Rückenmark liegt (SCHLÖSSMANN), eine Tatsache, die vielleicht durch die Beteiligung der Spinalganglien zu erklären ist. Nach dem zeitlichen Auftreten des Schmerzes werden von SCHLÖSSMANN zwei Gruppen von Fällen unterschieden. In der ersten setzt der Schmerz unmittelbar nach der Verletzung oder doch in den ersten 2 Tagen ein. Das kurze, schmerzfreie Zwischenstadium zwischen Trauma und Schmerzausbruch ist wahrscheinlich Folge einer vorübergehenden Erschütterungslähmung der zentripetalen Nervenleitung, wodurch die Weitergabe des an der Verletzungsstelle geschaffenen sensiblen Reizes für einige Zeit verhindert wird. Dieser weitaus größeren Gruppe, in der die Erschütterung der Nervensubstanz, Ödembildung oder kleinste Blutaustritte, jedenfalls aber nicht Narbenentwicklung als Ursache anzuschuldigen ist, steht die andere kleinere gegenüber, in welcher der Schmerz nach einer Art Inkubationszeit beginnt, die etwa 3 Wochen, aber nicht mehr als 8 Wochen dauert. Bei diesen letzteren Fällen spielt wohl die Narbenentwicklung vor allem im Innern des Nerven die wesentliche Rolle. Die Wundinfektion hat für das Zustandekommen der Schmerzzustände keine entscheidende Bedeutung; sie kann höchstens in verschlimmerndem Sinne wirken.

Immer, sowohl bei frühem wie bei spätem Auftreten, setzt der Schmerz plötzlich ein, dann bleibt er an- und abschwellend ziemlich kontinuierlich bestehen. Er wird von den Verletzten als ziehend, reißend oder brennend, „wie glühendes Eisen“, geschildert. Es kommt vor, daß er zeitweise nachläßt und dann wieder anfallsweise in Schmerzperioden von mehreren Stunden sich einstellt. Auch kommen zu dem gleichmäßig anhaltenden Schmerz zeitweise einzelne plötzliche Schläge von ganz außerordentlicher Heftigkeit hinzu, die sich zuweilen rasch hintereinander mehrmals wiederholen. Während für das Auftreten dieser plötzlichen Schmerzblitze ein besonderer Anlaß nicht zu erkennen ist, unterliegt der kontinuierliche schmerzhaft Grundton sichtlich bestimmten äußeren Einflüssen. Daß die Verletzten einen Witterungsumschlag als Schmerzsteigerung fühlen, kann, so unerklärlich es ist, nicht



bezweifelt werden, ebensowenig die Schmerzsteigerung in der Wärme. Die Zunahme des Schmerzes nach der Hauptmahlzeit oder nach Kaffeegenuß dürfte auf Blutdrucksteigerung zu beziehen sein, ebenso wie die Zunahme des Schmerzes durch psychische Aufregungen oder Geräusche.

Zuweilen wird der Schmerz nur in engumschriebenem Gebiete, entsprechend einem bestimmten Ast des Nervenstammes, empfunden. In andern Fällen wieder beteiligt er ein großes, vielleicht auch mehreren Nervenstämmen zugehörendes Gebiet. Wie es scheint, ist dies letztere Verhalten für die Fernschädigungen des Nerven charakteristisch. Hautreize, oft schon einfache Berührung oder Anspannung der Muskulatur, werden in dem befallenen Gebiete schmerzhaft empfunden. Es besteht also, auch abgesehen von dem spontanen Schmerz, deutliche Hyperalgesie. Die taktile Sensibilität kann dabei wenig herabgesetzt oder in normaler Weise erhalten sein. Anästhesie findet sich nur in den seltenen Fällen von Schmerzzuständen bei Nervenabschuß. Die begleitenden trophischen Störungen unterscheiden sich nicht wesentlich von dem, was bei den nicht schmerzhaften Fällen vorkommt. Doch wurde in den Perioden der Schmerzsteigerung wiederholt stärkste Schweißsekretion in dem befallenden Nervengebiete beobachtet.

Die häufigste, aber keineswegs ganz regelmäßige Begleiterscheinung, sind die Lähmungen oder Paresen.

Immer ist der befallene Nerv auf Druck empfindlich, entweder nur in einem an die Läsionsstelle angrenzenden Gebiet oder außerdem auch im ganzen peripheren Bereich.

Daß die dauernden intensiven Schmerzen einen ungünstigen Einfluß auf das ganze Nervensystem und die Psyche des Verletzten ausüben, wird nicht selten beobachtet, doch ist der Nervenschußschmerz dabei das Primäre. Es wäre eine unrichtige Auffassung, wenn man ihn unter Verkennung der Bedeutung der örtlich am peripheren Nerven vorliegenden Läsion als Folge einer „traumatischen Neurose“ betrachten oder auf Hysterie zurückführen wollte.

Es ist wohl die Regel, daß nach dem Verlaufe von Monaten die Schmerzen ganz allmählich nachlassen oder nach weniger als Jahresfrist auch ganz verschwinden. Doch können sie auch in außerordentlicher Heftigkeit — 2 Jahre und länger — bestehen bleiben. SCHLÖSSMANN sah einen Mann, der 4½ Jahre nach der Verwundung noch vergeblich auf die spontane Besserung wartete.

Als „Neuralgie“, wie es nicht selten geschieht, kann das Leiden nicht bezeichnet werden, denn für Neuralgie ist bekanntlich das anfallsweise Auftreten des Schmerzes und das Fehlen einer nachweisbaren pathologischen Grundlage am Nerven charakteristisch. An den Nervenstücken, die wegen Nervenschußschmerz reseziert waren, wurde von SPIELMEYER beobachtet, „daß in Ausdehnung von 8—10 cm Länge bald dieses, bald jenes Nervenbündel teilweise unterbrochen, teilweise zerquetscht und von starkem Narbengewebe umwuchert waren“. Ob diese Befunde das Wesen der vorliegenden Veränderungen erschöpfen, ob nicht vielleicht noch feinere, mikroskopisch nicht feststellbare Störungen der Molekularstruktur durch die vom Schuß ausgehende Erschütterung des Nerven eine bedeutungsvolle Rolle spielen, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls hat SCHLÖSSMANN guten Grund, wenn er in Hinblick auf den anhaltenden Schmerz einerseits auf die histologisch nachweisbaren Veränderungen, andererseits die Affektion als Neuritis bezeichnet. Doch muß man sich darüber klar sein, daß hier etwas prinzipiell anderes vorliegt, als die aufsteigende fortschreitende Neuritis\*), die KREHL<sup>2)</sup>, BRODMANN<sup>3)</sup> u. a. nach Traumen beobachtet haben.

Bei dem Nervenschußschmerz bleibt die neuritische Veränderung auf den Bereich des Nerven beschränkt, der im Momente der Verwundung durch die Wirkungen

\*) In der Literatur der deutschfeindlichen Länder gehen diese Zustände unter dem Namen „Causalgie“.

des Geschosses geschädigt wurde, und gerade diese örtliche Begrenzung der Grundlage des Leidens ist für die Behandlung von ausschlaggebender Bedeutung.

Von nicht operativen Mitteln, die uns zur Linderung der Nervenschußschmerzen zur Verfügung stehen, ist die Wirkung feuchter Wärme am auffallendsten. Solche Patienten empfinden feuchte Einpackungen des verletzten Gliedes als wohltuend, und viele von ihnen hatten das unwiderstehliche Bedürfnis, das schmerzhaftes Glied dauernd in einem feuchten Tuche eingeschlagen zu halten. „Der Nervenschußschmerz mit dem feuchten Lappen“ war ein typisches Bild während der Kriegsjahre<sup>4)</sup>. Die Wirkung ist um so merkwürdiger, als diese Einwicklung gar nicht an der geschädigten Nervenstelle, sondern z. B. bei Nervenschuß am Oberarm an der Hand gemacht wird.

Dagegen wirkt trockene Hitze in der Form der Heißluftbäder, die vielfach versucht wurden, sowie der galvanische Strom direkt ungünstig. Bei Diathermie sahen wir während der einzelnen Sitzungen die Schmerzen verschwinden und auch nachher für 1—2 Stunden ausbleiben. Durch fortgesetzte Diathermiebehandlung wurden einzelne Fälle ganz wesentlich gebessert. Ruhigstellung des verletzten Gliedes ist dringend zu empfehlen. Unblutige Dehnung des geschädigten Nerven ergab SCHLÖSSMANN bestenfalls vorübergehende Schmerzlinderung für Stunden oder wenige Tage. Die als Antineuralgica geltenden Medikamente haben wenig Wert. In schlimmen Fällen ist Morphinum in kräftiger Dosis nicht zu entbehren.

Die Vaccineurin-Injektion hat absolut versagt (SCHLÖSSMANN). Injektion von Novokain-Suprareninlösung wurde wiederholt versucht, entweder als Injektion in das erkrankte Nervengebiet in Form der Aufschwemmung nach v. HOFMEISTER, teils zentral davon zur Unterbrechung der Nervenleitung. Die Wirkung war immer nur eine vorübergehende. Immerhin wies die Beobachtung, daß es gelang, durch blockierende Einspritzungen zentralwärts von der Läsionsstelle den Kranken für eine Reihe von Stunden schmerzfrei zu machen, den Weg zur Heilung durch langdauernde Leitungsunterbrechung des Nerven.

Von Operationen ist bei Nervenschußschmerz die Neurolyse am häufigsten ausgeführt in der Absicht, mit der Narbeneinschnürung die Ursache des Schmerzes zu beseitigen. In der Tat hat die Operation sowohl in der Form der perineuralen wie der endoneuralen Neurolyse eine stattliche Reihe von Erfolgen aufzuweisen. Der Schmerz verschwand nach dem Eingriffe im Verlaufe von wenigen Wochen, wenn auch niemals sofort. In zahlreichen Fällen (SCHLÖSSMANN rechnete auf etwa ein Drittel des Materials) blieb jedoch die Neurolyse erfolglos.

Alsdann ist die völlige Unterbrechung der Nervenleitung des geschädigten Nerven angezeigt. Der Schmerz, der die Verletzten dauernd quälte, war oft so fürchterlich, daß die Resektion des ganzen veränderten Gebietes aus dem Nervenstamme wohl gerechtfertigt erschien, trotzdem dadurch eine Lähmung auch des motorischen Nervenabschnittes erzeugt oder, wenn infolge des Schusses die Lähmung schon bestand, die Heilung für die Dauer unmöglich gemacht wurde. Die Schmerzbeseitigung, die in einzelnen Fällen von PERTHES<sup>5)</sup> und SCHLÖSSMANN erzielt wurde, erschien den Leidenden immer als ein sehr großer Gewinn.

Aber das große Opfer, mit dem der Gewinn erkaufte wurde, war zu ersparen. HARTERT<sup>6)</sup> machte an der Tübinger Klinik den Vorschlag, an Stelle der Resektion des Nerven die einfache Durchschneidung an einer gesunden, weit oberhalb der Läsionsstelle gelegenen Stelle auszuführen und den durchtrennten Nerven wieder zu nähen. PERTHES<sup>7)</sup> benutzte dann zu gleichem Zwecke die von W. TRENDLENBURG<sup>8)</sup> erfundene Durchfrierungsmethode, welche bei zeitweise völliger Ausschaltung des Nerven die beste Möglichkeit für spätere völlige Regeneration bietet.

Der Nerv wird an einer sicher gesunden Partie, also hoch oberhalb der Verletzungsstelle, auf das von W. TRENDLENBURG angegebene Vereisungsröhrchen gelagert. Im Innern ist es mit Ausnahme des gebogenen Endes durch eine Scheidewand in 2 Teile geteilt. So ist ein Kanal gebildet,

der mit dem Trichter beginnt, durch das Röhrchen im Doppellauf hinzieht und an dem Ansatz wieder endet, welcher durch einen Gummischlauch mit einer Wasserstrahlpumpe verbunden ist. Diese saugt Luft hindurch, während gleichzeitig Äthylchlorid aus den gewöhnlichen Tuben in den Trichter gespritzt wird. Es entsteht eine intensive Verdunstungskälte, welche die Substanz des in dem Haken liegenden Nerven gefrieren läßt. Damit die Durchfrierung vollkommen erfolgt, wird der Haken durch Einfügung eines Metallklötzchens zum Ring geschlossen. Als Zeitdauer für Nerven von der Stärke des Medianus wurde es genügend gefunden, die Durchfrierung für die Dauer von 6 Minuten aufrechtzuerhalten. Dann erst wird der hartgefrorene und am Metallröhrchen festhaftende Nerv mit darübergeträufelter warmer Kochsalzlösung wieder aufgetaut. TRENDELENBURG hält es für besonders wirksam, das Auftauen und Wiedergefrierenlassen mehrmals zu wiederholen.

Wie TRENDELENBURG am Versuchstier zeigte, verfällt der durchgefrorene Nerv der völligen Degeneration aller Fasern in ganzer peripherer Ausdehnung wie bei der Durchschneidung. Es folgt aber mit Sicherheit die Regeneration nach, die deshalb absolut vollkommen ist, weil die Kontinuität der Nervenfasern erhalten blieb, und ein Abirren neugebildeter Fasern, wie bei der Regeneration nach Nervennaht, nicht vorkommt.

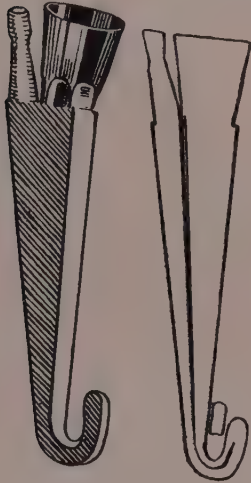


Abb. 332. Abb. 333.  
Abb. 332 u. 333.  
Vereisungsröhrchen  
nach  
W. TRENDELENBURG.

Mit dem Erfolge vollständiger Beseitigung schweren neuritischen Schußschmerzes wurden in der Tübinger Klinik 5 Fälle der Vereisung unterzogen; in 4 weiteren Fällen war der Erfolg unvollkommen. Es beruht das darauf, daß offenbar die Vereisung nicht hoch genug vorgenommen war und nicht das ganze neuritisch erkrankte Gebiet ausgeschaltet hatte. In zwei von den genannten 4 Fällen wurde die Richtigkeit dieser Erklärung dadurch bewiesen, daß die nachträgliche Leitungsunterbrechung an höherer Stelle (durch Resektion bzw. Alkoholinjektion) die Schmerzen endgültig beseitigte.

In unserem Material dürften 3 Fälle am wichtigsten sein, die längere Zeit nach der Operation beobachtet werden konnten. In allen 3 Fällen handelt es sich um Patienten mit Medianus-Neuritis, die durch Vereisung des Nerven am Oberarm schmerzfrei geworden waren. In allen dreien traten ziemlich genau 6 Monate nach dem Eingriffe die ersten Bewegungen in dem infolge der Durchfrierung gelähmten Gebiete wieder auf. Diese Beobachtung hat auch für die Nervenregeneration nach Nerven-naht große Bedeutung; sie zeigt, daß auch dann, wenn die Bedingungen die denkbar günstigen sind, keine anatomische Unterbrechung der Kontinuität der einzelnen Fasern, keine Narbenbildung im Nerven, doch eine beträchtliche Zeit von der Regeneration in Anspruch genommen wird.

Trotz der Regeneration sind die Schmerzen nicht wieder aufgetreten und das, trotzdem der eine Fall 2 Jahre nach dem Eingriffe von mir nachuntersucht werden konnte. Die Regeneration war hier auf motorischem Gebiete qualitativ ziemlich vollkommen, abgesehen von einer Schwäche der Opponens und Abweichung von normalem elektrischen Verhalten. Auf sensiblem Gebiet fand sich noch nach 2 Jahren im Medianusgebiet der Hand erhebliche Hypästhesie und teilweise Anästhesie für Berührung mit der Watteflocke.

Der günstige Erfolg der Vereisung beim Nervenschuß ist auch von ARTHUR MÜLLER<sup>9)</sup> bestätigt worden. Die Saugwirkung der Wasserstrahlpumpe wurde durch die Anwendung der Potainschen Saugpumpe ersetzt.

Als Konkurrentin der Vereisungsmethode kommt die von SCHLÖSSER gegen die Trigeminus-Neuralgie eingeführte Injektion von 70%igem Alkohol in den Nerven in Betracht. Auch sie bringt eine vollständige Leitungsunterbrechung zustande, ohne die Möglichkeit der Regeneration aufzuheben. Die Wiederkehr der Funktion



nach Alkoholinjektion ist von der Trigemini-Neuralgie her in unliebsamer Weise bekannt, denn bekanntlich führt diese Behandlungsmethode dort mit Regelmäßigkeit nach einer gewissen Anzahl von Monaten zum Rezidiv, wenn nicht nach HÄRTEL in das Ganglion injiziert ist. Die Regeneration nach Ausschaltung motorischer Bahnen durch Alkohol lehrte mich eine eigene Erfahrung. Bei der Behandlung einer habituellen Subluxation des Kiefergelenkes mit Injektion von 1–2 ccm 70% igem Alkohol hatte ich das Unglück, daß der Alkohol sich bis auf den Facialis ausbreitete und dessen völlige Lähmung erzeugte. Die Wiederkehr der Funktion begann im 4. Monat und war nach weiteren 3 Monaten vollständig erfolgt. Experimentell ist die Leitungsunterbrechung und die Folgen der Regeneration durch Alkohol von HUBER<sup>10)</sup> untersucht. Bei dem Nervenschußschmerz ist die Injektion von Alkohol in den Nervenstamm zuerst von SICARD<sup>11)</sup> ausgeführt. Die Methode scheint in den deutsch-feindlichen Ländern vielfach mit Erfolg angewendet zu sein. Die mikroskopische Untersuchung (TRENDELENBURG) hat aber gelehrt, daß die Durchfrierung des Nerven die Leitung ohne entzündliche Reaktion unterbricht, während die Alkoholeinspritzung Bindegewebsschwielen erzeugt. Die Bedingungen für die Regeneration sind daher bei der Vereisungsmethode günstiger als bei der Alkoholinjektion. Wir geben ihr deshalb den Vorzug.

Jede Methode der Ausschaltung des peripheren Nervengebietes muß dem Nervenschußschmerz gegenüber versagen, wenn die spinalen Ganglien durch den Schuß in Reizzustand versetzt sind. In diesen immerhin seltenen Fällen, die meistens erst durch die Erfolglosigkeit der peripheren Ausschaltung erkannt werden können, kommt die Leitungsunterbrechung der Nervenwurzel auf der Strecke zwischen Rückenmark und Spinalganglien in Frage, wie sie von FOERSTER für die Behandlung spastischer Zustände angegeben worden ist.

Die FÖRSTERSche Operation wurde von mir<sup>12)</sup> am Zervikalmark ausgeführt. Es handelte sich um außerordentlich heftige Nervenschmerzen im ganzen linken Arm, die nach Schußverletzung der Halswirbelsäule in Höhe des 5. Wirbelbogens aufgetreten und offenbar durch Wurzelreizung bedingt waren. Neben diesen lanzipierenden Schmerzen war empfindlichste Hyperästhesie im Gebiete von C<sub>2</sub>–D<sub>2</sub> vorhanden, ferner spastische Parese im linken Arm und linken Bein, verbunden mit stärkster Reflexsteigerung und Tremor. Der linke Arm war infolgedessen nicht nur völlig unbrauchbar, sondern mußte, um nicht in die klonischen Zuckungen zu verfallen, dauernd von der rechten Hand festgehalten werden. Den Hauptanlaß zur Operation gaben jedoch die unerträglichen Wurzelschmerzen ab. Laminektomie des 4.–7. Halswirbels. Rückenmarkshäute etwas verdichtet. Medulla leicht gerötet. Es werden die hinteren Wurzeln der vier untersten Zervikalsegmente durchschnitten. Glatte Heilung. — Durch den Eingriff sind die Schmerzen nach anfänglichen kurzdauernden Schwankungen vollständig und endgültig beseitigt, auch die Hyperästhesie ist bis auf einen kleinsten Rest geschwunden. Die spastische Lähmung des linken Armes war in eine schlaffe verwandelt.

SCHLÖSSMANN zeigte, daß auch bei der FÖRSTERSchen Operation wie bei der Ausschaltung der peripheren Nervenstämmen die Leitung mit Erfolg vorübergehend durch Vereisung unterbrochen werden kann. In einem Fall von Beckensarkom, daß unerträgliche Schmerzen durch Wurzelreizung bedingte, wurden die hinteren Wurzeln, die genau wie bei der typischen FÖRSTERSchen Operation freigelegt waren, hochgehoben und der Durchfrierung unterzogen. Ob auch bei dieser Ausschaltung zentralwärts vom Spinalganglion, welche im Gegensatz zu der peripheren Unterbrechung nicht mit Degeneration des peripheren Nervenabschnittes einhergeht, die Schmerzen auch nach der Regeneration beseitigt bleiben werden, das kann erst die weitere Beobachtung entscheiden.

#### Literatur (abgeschlossen September 1920).

- 1) SCHLÖSSMANN, Der Nervenschußschmerz. J. Springer, Berlin 1917. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Orig.-Bd. 35 H. 5 und Erg. d. Chir. u. Orth. 1920 Bd. 12 S. 548.
- 2) KREHL, Über wandernde Neuritis nach Verletzung. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. inneren Med. u. Chir. 1896 Bd. 1.
- 3) BRODMANN, Neuritis ascendens traumatica ohne äußere Verwundung. M. Med. W. 1900 S. 829.
- 4) FLOCKEMANN, Nervenschußschmerz mit dem feuchten Lappen. D. Med. W. 1920 S. 671.
- 5) PERTHES, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Orig.-Bd. 36 S. 415.

- <sup>6)</sup> HARTERT, Die in Deutschland später bekanntgewordenen Erfahrungen von DUJARIER (vgl. Zbl. f. Chir. 1919 S. 753; 27. Franz. Chir.-Kongr. Paris 1918) haben die Richtigkeit des Gedankens in der Tat bewiesen. Die Ausschaltung des Nerven gelingt auf diese Weise ebenso sicher wie bei der Resektion.
- <sup>7)</sup> PERTHES, M. Med. W. 1918 S. 1367.
- <sup>8)</sup> TRENDLENBURG, Zeitschr. f. d. ges. exper. Med. 1917 Bd. 5 S. 371 und M. Med. W. 1918 S. 1367.
- <sup>9)</sup> MÜLLER, ARTHUR, Landsberg, Zbl. f. Chir. 1919 S. 844.
- <sup>10)</sup> HUBER, Surgery Gyn. Obst. Bd. 30 S. 468.
- <sup>11)</sup> SICARD, Traitement de la neurite douloureuse du médian par l'alcoholisation tronculaire sus-lésionnelle. Soc. méd. des Hôpitaux, 9. 7. u. 17. 12. 1915; Pres. méd. 196. Ref.: M. Med. W. 1916 S. 1215.
- <sup>12)</sup> PERTHES, M. Med. W. 1918 S. 920.

## 14. Apparatbehandlung der häufigsten Lähmungen.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. MORITZ BORCHARDT.

Mit 40 Abbildungen im Text.

Die Apparatbehandlung der Lähmungen nach Nervenschüssen hat eine doppelte Aufgabe zu erfüllen: Die erste ist eine prophylaktische, sie soll das Eintreten von pathologischen Gelenkstellungen und Kontrakturen verhindern. Wenn z. B. nach einer Zerreißung des N. radialis die Hand infolge der Strecklähmung herabhängt, so erfahren zunächst die gelähmten Streckmuskeln eine von Monat zu Monat zunehmende Dehnung und Verlängerung. Umgekehrt werden die Ansatzpunkte der nichtgelähmten Beuger einander genähert; die Beuger erfahren dadurch eine Verkürzung. Angenommen nun, es gelänge durch Naht oder Neurolyse die Leitung im N. radialis wiederherzustellen, so kann der Erfolg doch noch ein unvollkommener bleiben, wenn die Lähmung geraume Zeit unbehandelt bestanden hat und infolgedessen die Strecker zu lange überdehnt, die Beuger zu stark verkürzt waren. Außer den Muskelveränderungen aber entwickeln sich bekanntlich bei pathologischen Gelenkstellungen die Erscheinungen der Arthritis deformans, die bei langem Bestehen mehr oder weniger irreparabel werden können. Diese Komplikationen, die den Erfolg unserer Operationen an den Nerven und Muskeln selbst in Frage stellen oder die nur durch besondere, manchmal komplizierte Operationsmethoden beseitigt werden können, lassen sich bei sorgsamer Beobachtung und Pflege, bei frühzeitiger Anwendung entsprechender Apparate vermeiden. Trotz wiederholter Aufforderung ist im Kriege gegen diese ja längst bekannten Grundsätze zum Schaden der Verletzten vielfach gefehlt worden.

Es muß unbedingt gefordert werden, daß, sobald in einem Gliede, sei es nun an der oberen oder an der unteren Extremität, klinisch eine Lähmung festgestellt worden ist, sofort die nötigen Gegenmaßnahmen getroffen werden, um die erwähnten Komplikationen zu verhindern.

Bei bettlägerigen Verletzten ist das durch einfache Lagerungsapparate fast stets zu erreichen. Sind die Patienten in der Lage, das Bett zu verlassen, so muß man ihnen, bevor die endgültigen Dauerapparate fertiggestellt sind, Behelfsapparate geben, die der Lähmung entgegenwirken. Ärzte, Schwestern und Pfleger sollten so ausgebildet sein, daß sie schnell und leicht solche Behelfsapparate improvisieren können.

Die zweite Aufgabe, welche wir mit der Verordnung von Apparaten zu erfüllen haben, betrifft den Ersatz für die Fälle, in welchen die Lähmung bestimmter Muskeln oder Muskelgruppen dauernd bestehen bleibt. Diese portativen Apparate sollen die Verletzten zur Arbeit befähigen, sollen ihnen die etwa verlorengegangene Funktion der Muskeln für die Dauer ersetzen.

Die Erfahrung lehrt, daß viele Kriegsbeschädigte mit der Zeit die ihnen verordneten Apparate ablegen; manchmal ist gewiß böser Wille im Spiel; die Verletzten wollen gar nicht arbeitsfähig werden. Häufiger

ist aber die Unzweckmäßigkeit der verordneten Apparate schuld daran, daß sie nicht getragen werden.

Die Ersatzapparate müssen nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt werden:

1. Sie sind dem Beruf entsprechend auszuwählen.
2. Sie müssen in jedem Falle nach den wirklich vorhandenen Ausfallserscheinungen ausgeführt werden und nicht nach einem Schema, denn die Verletzung eines Nerven kann sehr verschiedene klinische Erscheinungen zur Folge haben. Da also der Muskelausfall bei Verletzungen z.B. des N. radialis ebenso wie bei allen andern Nerven wechselt, je nachdem an welcher Stelle der Stamm und welche Teile seines Querschnitts getroffen waren, so muß für jeden Einzelfall genau geprüft werden, welche Muskeln überhaupt und welche für den speziellen Beruf des Verletzten zu ersetzen sind.

3. Müssen die Apparate einfach konstruiert, dauerhaft und leicht zu reparieren sein; es kann sehr wohl ein komplizierter Apparat leistungsfähiger sein als ein einfach gebauter; ist er aber infolge der komplizierten Konstruktion schwerer, erfordert er, wie das bei den komplizierten Schienen meistens der Fall ist, häufiger Reparaturen, so wird in der Regel doch der etwas weniger leistungsfähige, aber einfachere Apparat vorgezogen werden. Die Ersatzapparate müssen ferner so leicht wie möglich sein.

4. Sollen die Apparate auch von gewissen kosmetischen Grundsätzen aus ausgesucht werden; je unauffälliger ein Hilfsapparat ist, um so eher wird er im Berufe benutzt werden.

Bevor man aber überhaupt Dauerapparate verordnet, soll man sich stets die Frage vorlegen, ob der Patient nicht ganz ohne Apparat ebenso oder fast ebenso leistungsfähig ist wie mit demselben; ist das der Fall, dann verordne man keinen Apparat. Wir haben im Laufe der Jahre, namentlich in Fällen von Radialislähmungen, vielfach gesehen, daß die Leichtarbeiter ihre Schienen ablegten und es vorzogen, ohne Apparate zu arbeiten. Sie sind vielfach imstande, durch gewisse Rumpfstellungen den Funktionsausfall der gelähmten Muskeln in hohem Grade zu ersetzen.

Jeder Apparat, mag er noch so kunstvoll und leicht gebaut sein, bedeutet für den Träger eine Belästigung; bevor man einen Dauerapparat verordnet, soll man sich deshalb darüber klar werden, ob es nicht möglich ist, den Verletzten apparatfrei zu machen. Heute sind die Methoden der Muskel- und Sehnentransplantationen so ausgebildet, daß wir bei vielen Lähmungsformen in der Lage sind, auf operativem Wege die nach mißlungener Nervennaht zurückgebliebenen Funktionsstörungen in nahezu vollkommener Weise zu beseitigen.

Ich halte es deshalb für einen Kunstfehler, wenn man die Verletzten auf die Möglichkeit operativer Heilung nicht aufmerksam macht.

In dem folgenden Abschnitt, welcher der Apparatbehandlung der durch Nervenschuß entstandenen Lähmungen gewidmet ist, muß ich mich auf die häufigsten Lähmungsformen beschränken und kann im Rahmen dieses Buches auch nur eine kleine Auslese von Hilfsapparaten geben. Die meisten von ihnen sind im eigenen Lazarett oder in der Berliner Prüfstelle für Ersatzglieder an einer großen Zahl Verletzter von mir erprobt. Ich gebe gern zu, daß auch sonst, namentlich in der Kriegsliteratur, noch viel Zweckmäßiges und Brauchbares veröffentlicht worden ist. Wer sich genauer orientieren will, dem empfehle ich neben den Originalarbeiten die Zusammenstellungen im Handbuch der Ersatzglieder, Verlag Springer, Berlin<sup>1)</sup>.



## a) Apparatbehandlung bei Radialislähmung.

Ist der ganze N. radialis gelähmt, so kann man in der Regel darauf verzichten, den Trizeps, den Brachioradialis und den M. supinator zu ersetzen, da diese Muskeln,

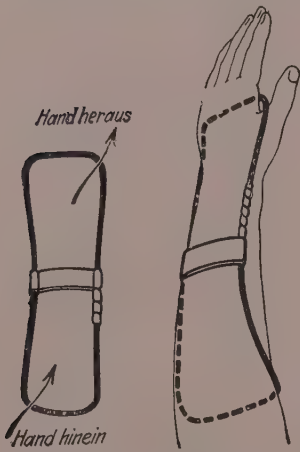


Abb. 334. Abb. 335.  
Abb. 334 u. 335. Radialisstütze nach LANGEMAK.  
Aus Ersatzglied. u. Arbeitshilf. 1919.

teilweise wenigstens, durch die Funktion anderer Muskeln ergänzt resp. ersetzt werden können. Im übrigen zeigt sich die Lähmung des N. radialis namentlich darin, daß die Dorsalflexion der Hand aufgehoben ist; die Hand hängt herab; beim Händedruck fehlt die notwendige Dorsalflexion der Hand, so daß die Fingerbeuger ihre Kraft nicht entfalten können und die Kraft des Händedrucks erheblich herabgesetzt ist. Infolge der Lähmung sämtlicher Fingerstrecker hängen die Finger bei ausgestreckter Hand herunter und können nicht gehoben werden. Infolge mangelhafter Fixation der Grundgelenke können auch die Endphalangen durch die Interossei nur in unvollkommener Weise gestreckt werden. Desgleichen ist die Ab- und Adduktion der Finger unmöglich. Werden aber die Grundphalangen in Streckstellung fixiert, so ist die Streckung der Mittel- und Endphalangen, als auch die Ab- und Adduktion in normaler Weise möglich.

Infolge Lähmung der drei langen Daumenmuskeln kann ferner der Daumen nicht dorsal gehoben und nicht radialwärts abduziert werden; die Streckung der Grundphalanx ist unmöglich.

Ist der N. radialis am Vorderarm getroffen, dann können die Finger- und Daumenstrecker, ferner der Extensor carpi uln. gelähmt sein, während Brachioradialis, der Supinator und die Extensores carpi radialis erhalten sein können; dann ist die Dorsalflexion der Hand mit leidlicher Kraft möglich, aber sie weicht nach der radialen Seite ab.

Diese wenigen Bemerkungen, in denen ich KRAMERS<sup>2)</sup> Ausführungen gefolgt bin, zeigen wohl zur Genüge, wie verschieden unsere Aufgabe ist, wenn wir einen Radialisgelähmten zu beraten haben. In dem einen Falle ist es notwendig, dem Verletzten einen kräftigen Faustschluß zu ermöglichen, im anderen Falle Streckung, Abduktion und Adduktion der Finger, im dritten ist es erforderlich, eine möglichst gute Funktion des Daumens herbeizuführen, in noch anderen Fällen können wir auf keine der verlorengegangenen Funktionen verzichten.

Für keine Lähmung gibt es eine Universalstütze, die für alle Fälle und für alle Menschen paßt, auch nicht für die Radialislähmung. Es wird deswegen häufig notwendig sein, daß man bei dem Verletzten verschiedene Modelle ausprobieren läßt, bis man das für ihn beste gefunden hat.

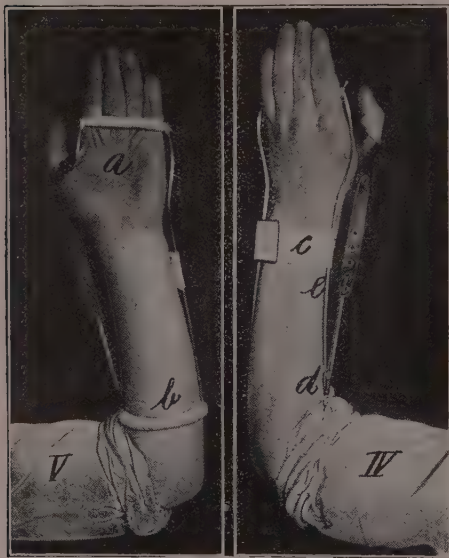


Abb. 336. Anweisung zur Anlegung der Radialisschiene nach Prof. Dr. DREHMANN. Die Hand wird in die Radialisschiene so hineingelegt, daß das vordere Querstück der Schiene in Höhe der linken Fingerglieder und über dem Daumen zu liegen kommt (Skizze Va). In den entgegengesetzten gebogenen Teil der Schiene kommt der Unterarm zu liegen (Skizze Vb). Das an der Schiene befestigte Gurtband ist in Höhe des Handgelenkes so anzulegen, daß es nur die obere Seite des Handgelenkes von Schiene zu Schiene umschließt (Skizze IVc). Die untere Seite des Handgelenkes bleibt frei (Skizze V). Der Daumenzug (Skizze IVd) wird wie eine Fingerhülse über den Daumen gezogen, der untere Teil desselben ist mit einem Riemen und mehreren Ösen versehen, welche in die, fest an die Radialisschiene angebrachte Zugfeder beliebig eingehakt werden kann (Skizze IVe). Der Daumenzug ist stets innen, dadurch sind die rechten und linken Schienen leicht voneinander zu unterscheiden.

Aus der Reihe der, man kann wohl sagen, fast zahllosen Modelle, die im Laufe des Krieges empfohlen worden sind, wählen wir nur einige wenige aus, die wir auf Grund

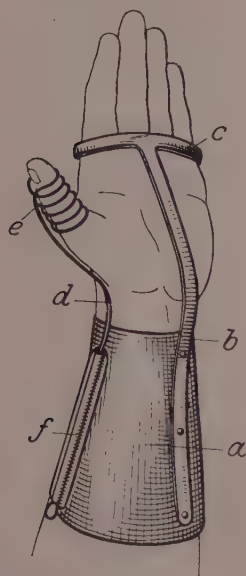


Abb. 337.



Abb. 338.

Abb. 337 u. 338. Radialisstützen nach SPITZY.

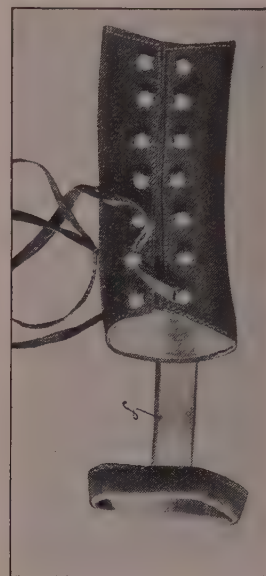


Abb. 339. Radialisstütze nach BECKMANN.

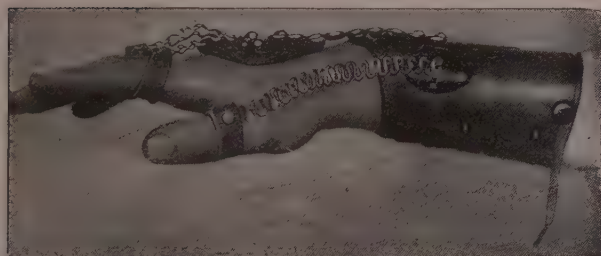


Abb. 340. Radialisstütze nach KÖNIG.

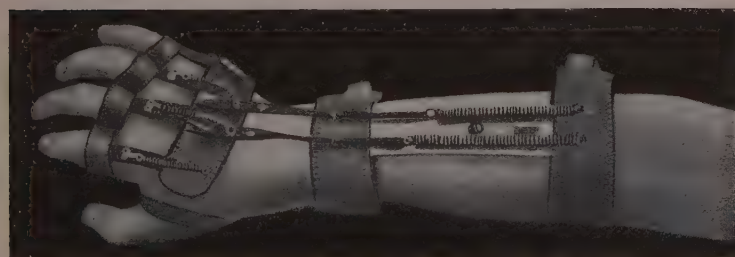


Abb. 342.

Radialisstütze nach DEGENHARDT.



Abb. 341.

Radialisstütze nach HAASE.

Abb. 337--442. Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

unserer Erfahrungen im eigenen Lazarett und namentlich nach den Erfahrungen der Fabrikbeobachtungen von Herrn Dr. BECKMANN und Herrn Direktor VOLK als bewährt gefunden haben.

Unter den Improvisationsapparaten scheint uns am einfachsten und zweckmäßigsten die Schiene von LANGEMAK<sup>3)</sup> zu sein: Ein 2 mm dicker Eisendraht, der in jeder Eisenhandlung zu haben ist, wird mit der Hand in beistehende Form gebogen. Die Enden des Drahtstückes werden übereinander gebracht, die Vereinigungsstelle mit Kautschukpflaster überwickelt.

Die 30 cm lange Drahtschiene wird ungefähr in der Mitte mit einem Stück 2 cm breiten Zink-

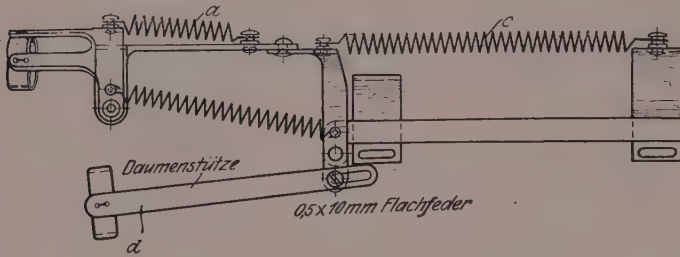


Abb. 344.  
Radialstütze nach ENGEL.

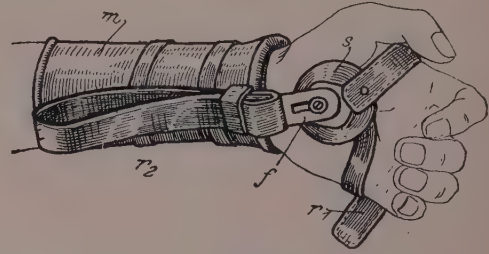


Abb. 343.  
Radialisstütze nach STOCKHAUSEN.

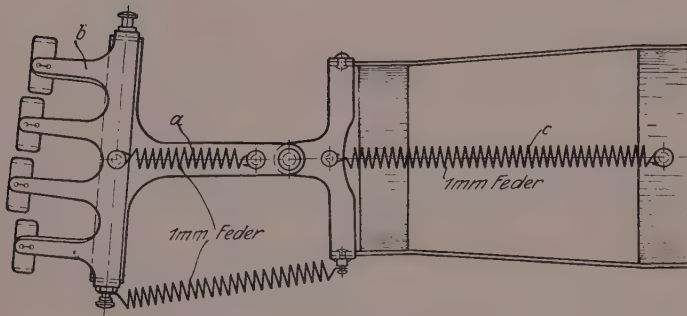


Abb. 345. Radialisstütze nach ENGEL.

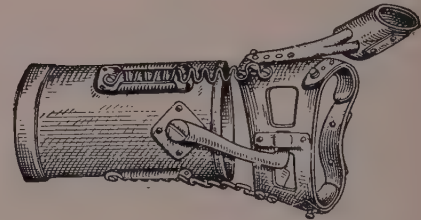


Abb. 346.  
Radialisstütze nach RADIKE.

Abb. 343—346. Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

kautschukpflasters zirkulär quer überspannt, so daß Klebfläche auf Klebfläche kommt (statt dessen kann man auch Gurtband nehmen). Die Hand wird nun in den hinteren Abschnitt der Schiene hinein-, unter dem Querstreifen durch- und aus dem vorderen Abschnitt herausgeführt (s. Abb. 334 u. 335). Der 2. bis 5. Finger kommt auf das vordere Querstück, der Daumen unter dasselbe. Bei sehr kräftigen

Patienten nimmt man den Draht doppelt. Zur Herstellung der kleinen Drahtschiene braucht man:

- 1 schneidende Drahtzange,
- 2 Flachzangen,
- 1 Rundzange.

Ähnlich ist die Schiene von DREHMANN (s. Abb. 336).

An Dauerapparaten können wir zunächst für leichte Fälle die Schiene von SPITZY empfehlen (s. Abb. 337 u. 338).

Sehr einfach und doch recht leistungsfähig ist auch die vielfach von uns erprobte Stütze von BECKMANN, die evtl. noch durch einen Daumenzug ergänzt werden kann (s. Abb. 339).



Abb. 347. Radialisstütze nach BUNGE.  
Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

Ferner hat sich die Stütze von KÖNIG (s. Abb. 340) und von HAASE, Berlin (s. Abb. 341), gut bewährt.

Auch die Schiene von DEGENHARDT erfüllt ihren Zweck gut (s. Abb. 342).

Für grobe Arbeit wurde die Schiene von STOCKHAUSEN (s. Abb. 343) gern von den Arbeitern benutzt, wenn sie sich an die im Handteller liegende gefütterte Scheibe gewöhnt hatten.



Eine für schwere Arbeit gut brauchbare Schiene ist ferner die von ENGEL angegebene (s. Abb. 344 u. 345) und die Kombination einer Schiene von RADIKE mit besonderen Fingerstützen (s. Abb. 346).

Auch der Radialishandschuh von BUNGE (s. Abb. 347) wurde vielfach gern benutzt. Im allgemeinen allerdings haben unsere Schwerarbeiter die größeren Radialishandschuhe verworfen, weil sie die Transpiration hindern und zu viel Reparatur erfordern.

Es sind noch eine ganze Reihe mehr oder weniger zweckmäßige Modelle angegeben worden, von denen ein Teil im Handbuch für Ersatzglieder abgebildet und beschrieben worden sind. Fast alle Modelle lassen sich auf die schon von DUCHENNE und COLLIN-MATHIEU vor dem Kriege angegebenen Apparate zurückführen.

### b) Ulnarisschienen.

Bei der Verletzung des N. ulnaris entsteht infolge der Lähmung der Interossei und eines Teiles der Lumbrikales eine Überstreckung der Fingergrundgelenke und eine Beugung der Mittel- und Endphalangen. Bei dieser Stellung sind die Extensoren nicht imstande, die Mittel- und Endglieder zu strecken. Das ist nur möglich, wenn die Grundglieder in leichter Beugung gehalten werden. SCHEDE<sup>4)</sup> hat eine sehr einfache Schiene angegeben (Herstellung: Stiefenhofer in München), durch welche die Grundphalangen in Beugung gehalten werden. Durch die Schiene wird eine Verklemmung zwischen drei Punkten erreicht:

1. Streckseite der Grundglieder;
2. Beugeseite der Köpfehen der Metakarpalen (um ihr Ausweichen nach der Vola zu verhindern);
3. Handrücken (Abb. 348–350).

Je größer die Strecktendenz der Grundglieder ist, um so fester drücken sich die Teile der Schiene in die Vola und am Handrücken an, um so fester wird die Verklemmung.



Abb. 348.



Abb. 349.



Abb. 350.

Abb. 348–350. Ulnarisstützen nach SCHEDE.



Abb. 351.



Abb. 352.



Abb. 353. Ulnarisschiene nach PORT.

Abb. 351 u. 352. Ulnarisschiene nach ERLACHER.

Abb. 351–353. Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

Gegen die Überstreckung der Grundglieder richtet sich auch die Schiene von ERLACHER<sup>5)</sup> (s. Abb. 351 u. 352), die sich im Berufe vielfach bewährt hat und die Schiene von PORT (s. Abb. 353).

### c) Apparate für Medianuslähmungen.

Für isolierte Medianuslähmungen scheint uns im allgemeinen eine Apparatbehandlung unnötig. Ist der N. ulnaris erhalten, so gleicht sich ein großer Teil der motorischen Störungen aus. Am unangenehmsten bleibt für die Verletzten der Ausfall des Gefühls, den wir nicht zu beseitigen imstande sind. Von motorischen Störungen wird die mangelnde Möglichkeit der Beugung des Zeigefingers am unangenehmsten empfunden. In manchen Fällen ist es zweckmäßig, durch bestimmte Vorrichtungen an Federhaltern und Bleistiften dafür zu sorgen, daß Rechtsgelähmten das Schreiben erleichtert wird.

Handelt es sich um Lähmung mehrerer Armnerven, so sind die Verletzten in der

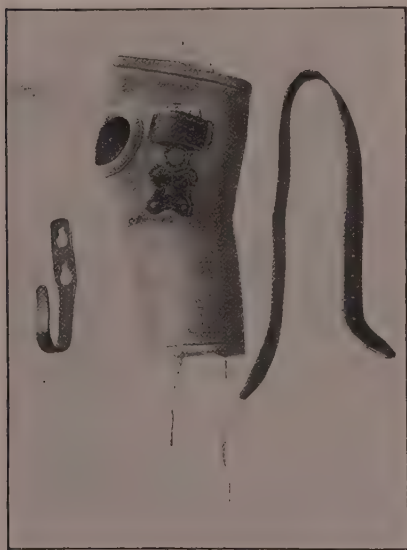


Abb. 354. Apparatf. Medianuslähmung.  
Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen. 1919.

Regel wegen der schweren Muskellähmungen und wegen der schweren Gefühlsstörungen nicht in der Lage, grobe Arbeiten zu verrichten. Man muß sich damit begnügen, die Hand zum Gegenhalten bei grober Arbeit und zum Tragen zu befähigen. Das geschieht am einfachsten durch eine gewalkte Wildledermanschette, an der ein Haken und eine Lederschleife angebracht sind. Für besondere Fälle kann man die Hand in einer Kappe fassen, an der eine Düse zur Befestigung bestimmter Ansatzstücke angebracht ist (RADIKE) (s. Abb. 354).

### d) Apparatbehandlung der Schulter- und komplizierten Armlähmungen.

Bei den komplizierten Plexuslähmungen ist namentlich das Herabhängen des Armes im Schultergelenk und das Schlottern in demselben zu bekämpfen. Dazu wird in den meisten Fällen ein kummetartiger Gurt verwandt, der um die verletzte Schulter herumgelegt wird und durch elastische Züge mit einem entsprechenden Punkt an der gesunden Schulter in Verbindung steht. Falls die Schulterhebung dadurch nicht genügend erfolgt, kann ein noch stärkerer Zug durch elastische Verbindung zwischen gesunder Schulter und Oberschenkel erreicht werden. Für schwerere Fälle, die auch durch Lähmungen im Ellbogengelenk kompliziert sind, empfiehlt es sich, den Vorderarm mit einer kurzen Manschette zu fassen, die Pro- und Supination nicht hindert, diese gelenkig mit einer Oberarmmanschette, die bis über die kranke Schulter geht, zu verbinden und den ganzen Apparat an einem Gurt oder Kummet über der gesunden Schulter aufzuhängen. Wenn zwischen Vorderarm- und Oberarmmanschette außerdem noch Federn angebracht sind, so wird die Leistungsfähigkeit dieser Schwerverletzten noch wesentlich erhöht (s. Abb. 355—358).

Bei Bizepslähmungen kann die Beugung im Ellbogengelenk durch Anbringung von Spiralfedern zwischen Ober- und Unterarmmanschette erleichtert werden. STRACKER benutzt dazu sehr zweckmäßig zwei seitliche Schienen am Ober- und Unterarm, die durch je zwei Schellen befestigt sind und in Höhe des Ellbogengelenkes durch Spiralfedern miteinander verbunden sind (s. Abb. 359).

Für Serratuslähmung hat NEUMEISTER<sup>6)</sup> eine Bandage angegeben, die aus zwei Blechpelotten für die Schulterblätter besteht, die über einem Gipsabguß an-

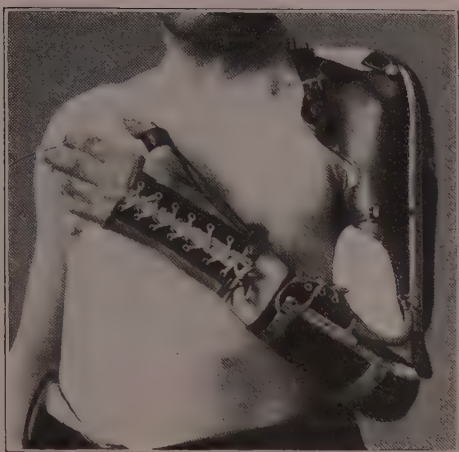


Abb. 355.



Abb. 356.



Abb. 357.



Abb. 358.

Abb. 355—358. Apparate für schwere Schulter-Arm-Lähmungen und Pseudarthrosen.

Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.



modelliert und entsprechend gepolstert werden müssen. Die Pelotten sind durch Querstangen miteinander verbunden; diese Querstangen laufen unter den Achselhöhlen nach vorn und enden dort in Pelotten, die den Brustpelotten der Stützkorsette entsprechen. Die vorderen Pelotten drücken die Schultern zurück und fixieren sie gegen die Schulterblattpelotten, mit denen sie durch Riemen verbunden sind, die



Abb. 359. Zugfedervorrichtung zwischen Ober- und Unterarm nach STRACKER.  
Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

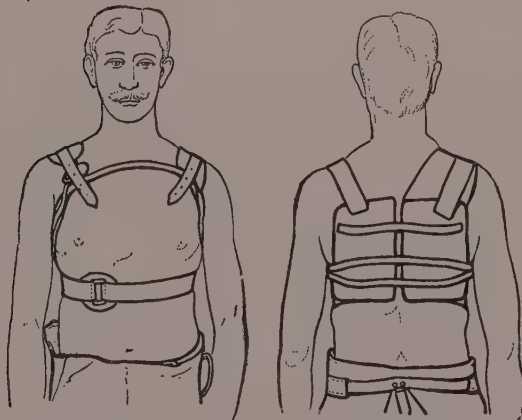


Abb. 360.

Abb. 361.

Abb. 360 u. 361. Apparate für Gerratuslähmung nach NEUMEISTER.

Abb. 360 u. 361. Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

flektoren des Fußes und der Zehen aus, während die Plantarflexion, die Abduktion des Fußes in normaler Weise vonstatten geht. Während bei dieser Lähmung die Musculi peronei erhalten sind, fallen sie bei Zerreißung des Peroneus superficialis aus.

Ist der Nervus tibialis verletzt, so entsteht durch Ausfall der Wadenmuskulatur ein Hackenfuß, die Plantarflexion des Fußes fällt aus oder findet bei erhaltenem Nervus peroneus longus mit geringer Kraft und gleichzeitiger Abduktion des Fußes statt. Beim Aufwärtssteigen stört die Tatsache, daß der Unterschenkel nicht kräftig gegen den Fuß gestreckt werden kann; auch beim Gehen stört das Fehlen der Plantar-

über die Schultern laufen. Der ganze Apparat ist noch durch einen Gurt, der über die Brust geht, gehalten. Der Apparat ist ziemlich kompliziert (s. Abb. 360 u. 361), so daß es mir wahrscheinlich ist, daß ihn die meisten Verletzten wieder ablegen.

#### e) Apparatbehandlung der Beinlähmungen.

Bei den häufigen totalen Querschnittsverletzungen des Nervus ischiadicus am Oberschenkel ist jede Bewegung des Fußes und der Zehen unmöglich. Die Fixation des Fußgelenkes ist aufgehoben, der Fuß schlottert, der Verletzte ist nicht imstande, sich auf den gelähmten Fuß zu stützen.

Liegt die Verletzung distal von der Teilungsstelle, so wird in der Regel entweder der N. tibialis oder der N. peroneus getroffen, selten beide Nerven zugleich.

Bei Verletzung des Peroneus zeigt sich der Ausfall hauptsächlich im Fehlen der dorsalen Flexion des Fußes, und im Wegfall der abduzierenden Wirkung des Peroneus brevis. Der Fuß stellt sich infolge der Schwere und infolge der Kontraktur der nichtgelähmten Antagonisten in Equino-varus-Stellung; der Fuß hängt beim Gehen, die Fußspitze schleift am Boden, Knie und Hüfte müssen besonders stark gebeugt werden, wenn das Anstoßen der Fußspitze verhindert werden soll.

Verschieden sind weiter die Bilder, welche durch alleinige Lähmung des Nervus peroneus superficialis hervorgerufen werden, von denen, die durch Ausfall des Peroneus profundus entstehen. Ist der Profundus getroffen, dann fallen die Dorsal-

flexion beim Abstoßen des Fußes vom Boden. Die Lähmung der Interossei führt zur Krallenstellung der Zehen. Die Adduktion des Fußes ist aufgehoben.

Neben diesen kompletten Lähmungen sind auch isolierte Lähmungen der Fußmuskeln mit erheblichen Gangstörungen und Schmerzen in dem zu stark belasteten Metatarsalknochen beobachtet (KRAMER<sup>7</sup>).

Diese kurze Skizzierung zeigt ungefähr die komplizierten Aufgaben, denen wir bei den Schußverletzungen im Gebiete des N. ischiadicus gegenüberstehen. Sie beweist, wie notwendig es ist, sich in jedem Einzelfalle genaue Klarheit darüber zu verschaffen, welcher Defekt vorhanden und ausgeglichen werden muß. Eine Schiene, die für alle Fälle paßt, kann es nicht geben. Ein schlotternder Fuß muß unbedingt anders behandelt werden wie einer, bei dem die Funktion nur weniger Muskeln ausgefallen ist.

Wir werden uns auf die Schilderung einiger Apparate beschränken, die hauptsächlich für die Peroneus- und für die totale Ischiadikuslähmung in Betracht kommen und uns empfehlenswert erscheinen.

Eine sehr einfache Lagerungsschiene hat NIENY<sup>8)</sup> angegeben (s. Abb. 362 u. 363). Ein 3—3,5 mm starker Draht wird gebogen, wie beistehende Abbildung zeigt. Die zusammenstoßenden Enden werden zusammengelötet. Über den Draht werden ein Paar Gurtbänder gespannt, die sich an die gewünschte Stelle verschieben lassen. Unter die vordere Fußsohle kommt ein Brettchen, das mit zwei Krampen drehbar befestigt ist. Ähnlich wirkt die von LEHR empfohlene Redressionsschiene aus Telegraphendraht (s. Abb. 364—366).



Abb. 362.                      Abb. 363.  
Abb. 362 u. 363. Apparate nach NIENY.  
Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

Jedes entsprechend gebogene Drahtgestell, einfache Gipshülsen oder Apparate, die nach Art der beigelegten Abbildungen hergestellt sind, genügen als Behelfsschienen für bettlägerige Patienten vollkommen, um den pathologischen Fußstellungen entgegenzuwirken. Mit Hilfe von Gummizügen und Federn lassen sich auch schon bestehende leichte Kontrakturen ausgleichen. Für

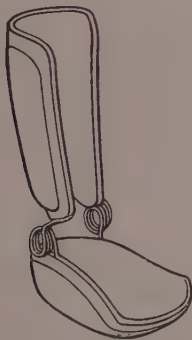


Abb. 364.

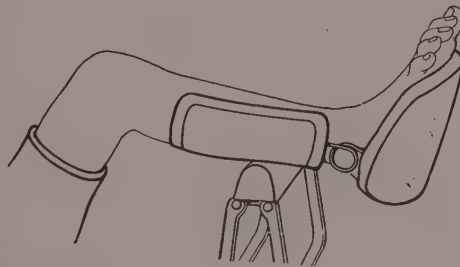


Abb. 365.

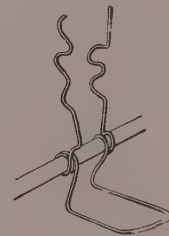


Abb. 366.

Abb. 364—366. Apparate nach LEHR.

Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

Patienten, die umhergehen, sind diese Apparate nicht zu gebrauchen. Für solche Fälle hat zunächst mein Patient, der Oberstabsarzt HORWITZ, ein wie mir scheint vorzügliches, einfaches Hilfsmittel angegeben. Er hatte nach einer Knieluxation eine schwere totale Peroneuslähmung zurückbehalten und hat den schweren Funktionsausfall folgendermaßen ausgeglichen: Er trug einen gewöhnlichen fertig gekauften Schnürschuh von 20 cm Höhe mit 8 Schnürlöchern und 5 Metallhaken. Durch das unterste Schnürlöcher wird ein fester Ledersenkel von vorn her durchgezogen, durch das zweite Schnürlöcherpaar von innen her nach außen geleitet und weiter, auf der Lederlasche liegend, nach oben hin geführt. Vom 3. Schnürlöcher an wird ein gewöhnlicher Schuhsenkel zum Schnüren benutzt und

so geschnürt, daß seine Touren oben auf dem Ledersenkel liegen. Nach Anziehen wird dieser in gewöhnlicher Weise zuerst mit dem Stoffsenkel geschnürt, die Verschnürung aber nicht bis zum letzten, sondern nur bis zum vorletzten Haken fortgeführt und hier beendet. Sodann wird der fest auf dem Boden stehende Fuß im Fußgelenk möglichst stark dorsal flektiert; der unter dem Stoffsenkel liegende Ledersenkel wird stark angezogen, um den obersten Haken geschlungen, verknötet und nochmals oben am Schuh um den Stiefel herumgeschlungen. Dadurch, daß der Ledersenkel auf der Lasche liegt und die Verschnürung des Stoffsenkels über ihm verläuft, kann er nicht nach vorn abrutschen und bleibt dauernd fixiert. Die Fixierung soll, wie schon erwähnt, in starker dorsaler Flexion des Fußes geschehen. Es tritt eine Hebung des inneren Fußrandes ein, der leicht und dadurch am besten entgegengewirkt wird, daß man die äußere Kante der Stiefelsohle um 2–3 mm erhöht.

HORWITZ ist durch diese Einrichtung nicht nur garnison-, sondern auch felddienstfähig geworden; er hat einen großen Teil des langen Rückmarsches zu Fuß zurücklegen müssen; das beweist gewiß die große Leistungsfähigkeit, die er mit den einfachsten Hilfsmitteln erreicht hat, und deren Bedeutung meiner Ansicht nach noch sehr unterschätzt wird.



Abb. 367. Anweisung zur Anlegung der Drahtschiene für Peroneuslähmung von Prof. Dr. DREHMANN.

Es wird in einer Entfernung von  $1\frac{1}{2}$  cm vom vorderen Ende des Schuhabsatzes (Skizze II) an jede Seite desselben ein ca. 4 cm tiefes Loch gebohrt, in welches die umgebogenen Zapfen der Schiene hineingesteckt werden. Nunmehr wird der obere gepolsterte Gurt (Skizze IIa und IIIa) am Ende der Schiene fest angeschnallt und der untere ungepolsterte Gurt in Höhe des Schuhs so befestigt (Skizze IIb und IIIb), daß der Gurt nur um die Vorderseite des Beines gelegt wird, das Ende des Gurtbandes wird durch die Schiene gesteckt und angeschnallt. Das richtige Anlegen dieser Gurte ist von besonderer Wichtigkeit. Der Gurt darf nur auf der Vorderseite von Schiene zu Schiene befestigt werden (s. Skizze IIIb). Die Hinterseite des Beines bleibt frei (Skizze I). Die Schiene darf nur so lang sein, daß sie bei gebogenem Knie nicht hinderlich ist.

wesentlich gestört würde. Um gleichzeitig den lateralen Fußrand zu heben, ist es notwendig, die Feder etwas schräg zu stellen; die schwache Grammophonfeder hat BATSCH ersetzt durch eine starke Bruchbandfeder.

Sehr gerühmt wird von BLENCKE der Apparat von DREHMANN, der sich aus einfachen Drahtschienen leicht herstellen und durch zwei in den Schuhabsatz seitlich gebohrte Löcher mit den umgebogenen Enden der Schiene anbringen läßt (s. Abb. 367).

BLENCKE empfiehlt die DREHMANNschen Drahtschienen hauptsächlich als Behelfsschienen, verwendet sie aber auch sonst als Dauerschienen für leichtere Fälle.

Kosmetisch sehr günstig wirken in den Schuh eingearbeitete rechtwinklig abgebogene Stahlfedern. Wenngleich auch diese Apparate keine Kriegserfindungen sind, so sind sie doch während des Krieges von namhaften Chirurgen wieder warm empfohlen worden. Daß sie in vorzüglicher Weise die Deformität beheben können, ist außer allem Zweifel. PAYR<sup>10)</sup> hat die Apparatur, die ein Kriegsverletzter sich selbst angefertigt hat, folgendermaßen beschrieben: Ein bis zur Wade reichender Schnürschuh wird mit einer kräftigen, etwa 2 mm dicken und  $2\frac{1}{2}$  cm breiten Feder aus bestem Uhrfederstahl von annähernd rechtwinkliger Biegung versehen. Der eine Schenkel der Feder liegt

Sehr zweckmäßig und für viele, selbst schwerere Fälle ausreichend sind Zugvorrichtungen mit gekreuzten straffen Gummizügen, die möglichst weit vorn am Stiefel zwischen Sohle und Oberleder angebracht sind und gegen eine kurze Ledermanschette unterhalb des Knies fixiert werden. Zweckmäßig werden sie, wie BLENCKE<sup>9)</sup> sehr richtig betont, mit einem kleinen Bandgurt gegen den Stiefel gezogen und der Manschette unterhalb des Knies eine zweite oberhalb desselben hinzugefügt. So bekommt der Gurt an den Femurkondylen einen sehr guten Halt und verhindert das Abrutschen der unter dem Knie gelegenen Ledermanschette. NIENYS Apparat (s. Abb. 362) bewirkt die Fußhebung durch eine Feder, die von einer über den Knöcheln befestigten Manschette ausgeht und über dem Fußrücken entlangläuft, und zwar benutzt er eine Grammophonfeder; wird der Stiefel zugeschnürt, so wird der Fuß gegen die vorher stark absteigende Feder gehoben, ohne daß die Beweglichkeit des Fußgelenkes



an der Hinterseite des Schnürschuhes, der andere zieht, um die Ferse nach vorn umbiegend, zwischen Brand- und eigentlicher Sohle nach vorn gegen das Köpfchen des 4. und 5. Mittelfußknochens (s. Abb. 368). Die Federn sind manchmal über dem Schuh nach aufwärts geführt und an einer Stelle höher oben am Unterschenkel befestigt worden. Die Nachteile dieser sonst sehr hübschen Schienen

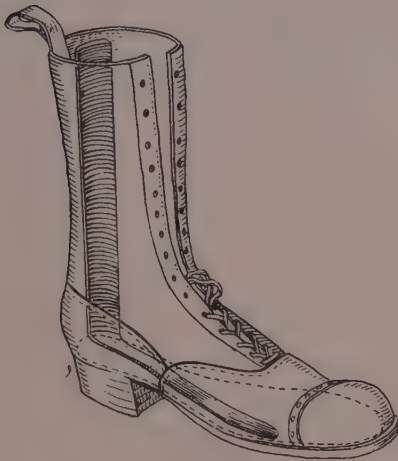


Abb. 368.

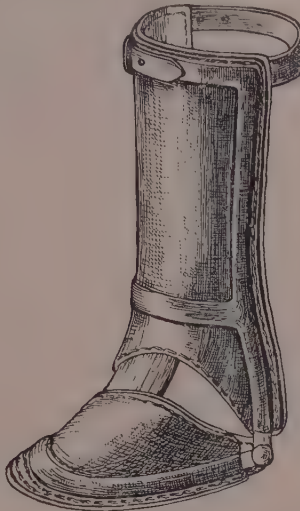


Abb. 369. Apparat nach Weiß.

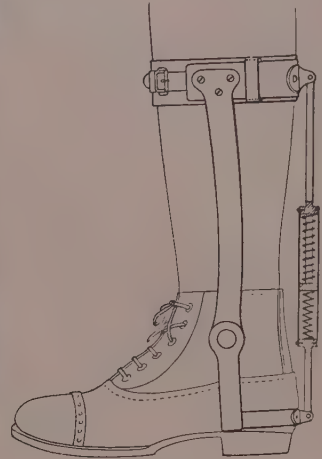


Abb. 370.

Abb. 369 u. 370. Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.



Abb. 371.

Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

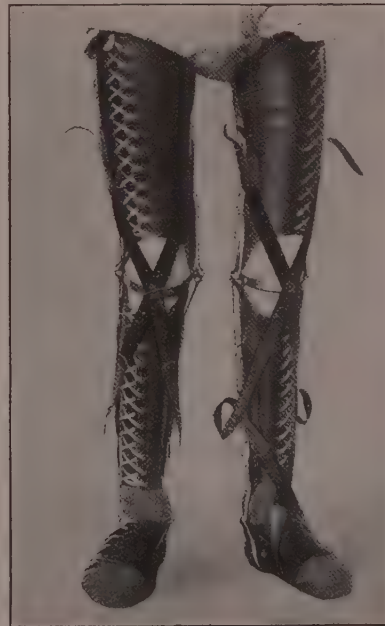


Abb. 372. Apparat für doppelseitige schwerste Fälle von Beinlähmung nach HESSING.

Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919.

sind zweierlei Art. Erstens können sie, wenn sie im Stiefel nicht gut eingearbeitet sind, einen lästigen Druck auf die Achillessehne verursachen; durch geschickte Lagerung ist dieser unangenehme Druck allerdings vermeidbar. Schwerer ins Gewicht fällt der andere Nachteil. Die Federn sind nicht sehr widerstandsfähig; da sie nun in den Stiefel eingearbeitet sind, muß der Stiefel jedesmal bei Erneuerung der Feder aufgetrennt werden.

VON BAYER hat die Nachteile dieser Federn dadurch zu vermeiden gesucht, daß er alle Teile der Vorrichtung leicht zugänglich macht, so daß das Auftrennen des Stiefels unnötig wird. Er empfiehlt die Anbringung eines spornartigen Bügels am Stiefelansatz; an diesem Bügel wird die aufwärts gerichtete federnde Schiene mittels einer Öse angenäht. Zum festen Halt der Schiene am Stiefel dient ein als Lasche über sie gegen Stiefelkappe und Schaft von außen aufgenähter Lederstreifen. Das aus der Lasche herausragende Schienenende trägt eine etwa handgroße, schwach gewölbte und leicht gepolsterte Blechplatte, von der zwei gekreuzte Lederriemen in das Innere des Stiefels ziehen, die innen am Oberleder seitlich unterhalb der Schnürung festgenäht sind (BLENCKE).

Für viele Fälle sehr zweckmäßig habe ich den vom Orthopädiemechaniker Weiß erdachten kleinen Apparat gefunden, der im allgemeinen unter dem Namen v. Hoffa geht. Der kleine Apparat liegt auf dem Fußrücken und der Vorderfläche des Unterschenkels. Er besteht aus zwei seitlichen durch ein Scharniergelenk miteinander verbundenen Schienen, deren Enden durch Gummizüge einander genähert werden, die von den Querverbindungen der Schienen ausgehen (s. Abb. 369). Will man das Fußgelenk arthrodisieren, so können die Scharniergelenke festgestellt werden.

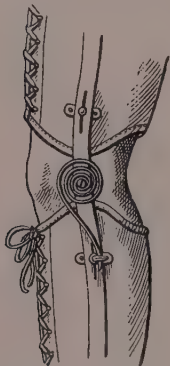


Abb. 373. Apparatf. Quadrizepslähmung nach KRUENBERG. Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen. 1919.

Für alle schweren Fälle, in denen es sich um totale Ischiadikuslähmungen mit Schlottergelenken handelt, genügen die vorher beschriebenen Apparate nicht. Bei diesen müssen Doppelschienen verwendet werden, die entsprechend dem Sprunggelenk mit Gelenken versehen sind. Auch für diese Fälle ist eine große Anzahl mehr oder weniger zweckmäßiger Apparate angegeben worden, z. B. von BIESALSKI (Abb. 370), v. STRACKER u. a. m.

Am leistungsfähigsten scheint mir immer noch für die schwersten Fälle ein gut gearbeiteter Hessingscher Schienenhülsenapparat, der bis zum Knie hinaufreicht (s. Abb. 371 u. 372). Bei guter Ausführung ist auch kosmetisch an diesem nichts auszusetzen, denn er läßt sich gut im Schnürschuh und unter der Hose verbergen.

Nicht unwichtig ist die Stiefelfrage. BLENCKE empfiehlt gute Maßschnürstiefel, die am besten mit schwedischem, weit vorgehendem Schnitt gearbeitet sind und ein Aufklappen der Verschnürung nach beiden Seiten hin ermöglichen. Namentlich wenn Krallenstellung der Zehen besteht, sind diese Stiefel zweckmäßig. Um beim Anziehen des Schuhs der hinderlichen Krallenstellung der Zehen entgegenzuarbeiten, sei noch an den kleinen Kunstgriff erinnert, auf den BLENCKE aufmerksam macht: Ein an der Strumpfspitze angebrachter Wollfaden sieht aus dem Stiefel heraus, beim Hineinschlüpfen zieht man an dem Faden und richtet so die gebeugten Zehen auf.

Den gelähmten Quadrizeps ersetzt KRUENBERG durch eine in Höhe des Kniegelenkes abgebrachte Feder (Abb. 373).

#### Literatur.

<sup>1)</sup> BLENCKE, Arch. f. orth. u. Unfallchirurgie 1919 Bd. 16. — <sup>2)</sup> KRAMER, Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. 1916 Nr. 1. — <sup>3)</sup> LANGEMAK, M. Med. W. 1915 Nr. 47. S. 1628. — <sup>4)</sup> SCHEDE, M. Med. W. 1919 Nr. 35. — <sup>5)</sup> ERLACHER und PORT, Handbuch d. Ersatzgl. u. Arbeitshilfen. 1919. — <sup>6)</sup> NEUMEISTER, M. Med. W. 1916 S. 1743. — <sup>7)</sup> KRAMER, Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. 1915. — <sup>8)</sup> NIENY, M. Med. W. 1916 Nr. 2 S. 68. — <sup>9)</sup> BLENCKE, Arch. f. orth. u. Unfallchirurgie Bd. 16 S. 341. — <sup>10)</sup> PAYR, M. Med. W. 1917 Nr. 39 S. 1275.

#### Ergänzungen zu den Literaturangaben im Text.

AUERBACH, Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1918 Bd. 30 S. 143. — Derselbe, D. Med. W. 1916 S. 1228. — BLENCKE, Zeitschr. f. orth. Chir. 1918 Bd. 38. — CASSIRER, D. Med. W. 1915 H. 18. — Derselbe, Zeitschr. f. ärztl. Fortbildg. 1915 S. 586. — Derselbe, Berl. Klin. W. 1916 H. 8/9. — Derselbe, Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. 1917 S. 245. — FRISCH, v., Wien. Klin. W. 1918 Nr. 31. — GERHARDT, M. Med. W. 1915 H. 51. — HEILE und HEZEL, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 96. — HERZOG, M. Med. W. 1917 Nr. 4. — HOFFMANN, Med. Klin. 1915 S. 359. — Derselbe, M. Med. W. 1916 Nr. 34. — HORWITZ, M. Med. W. 1915 Nr. 36. — KÜNZEL, Beitr. z. klin. Chir. 1917 Bd. 107. — MARBURG und RANZI, Wien. Klin. W. 1915 S. 611. — MENDEL, D. Zeitschr. f. Nervenhe. 1918 S. 115. — OPPENHEIM, Berl. Klin. W. 1914 H. 48. — Derselbe, Zeitschr. f. ärztl. Fortbildg. 1915 H. 4. — Derselbe, Berl. Klin. W. 1915 S. 1154. — Derselbe, Therapie der Gegenwart, Juni 1915. — Derselbe, M. Med. W. 1916 H. 8. — Derselbe, Neurol. Zbl. 1916 H. 1. — Derselbe, Beitr. z. Kenntn. d. Kriegsverl. d. peripher. Nervensyst. Berlin 1917. — OPPENHEIM und BORCHARDT, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1915 Bd. 11 S. 548. — PELZ, Arch. f. Psych. 1917 S. 100. — PERTHES, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 113 S. 289. — Derselbe, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1917 S. 400. — PORGES und FUCHS, Beitr. z. klin. Chir. 1917 Bd. 107. — PORT, M. Med. W. 1916 S. 1282. — RANSCHBURG, Beitr. z. klin. Chir. 1916 S. 521. — Derselbe, Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. 1917 S. 261. — Derselbe, Neurol.

Zbl. 1917 S. 521. — RANZI, Zeitschr. f. orth. Chir. 1917 S. 380. — Derselbe, Wien. Klin. W. 1918 S. 455. — ROTHARDT, Zeitschr. f. orth. Chir. 1917 Bd. 36. — ROEPER, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1917 Nr. 15. — Derselbe, s. das. 1918 Nr. 50. — SALOMON, Arch. f. klin. Chir. 1918 Bd. 109. — SCHLOESSMANN, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1916 Nr. 35. — Derselbe, Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 45. — SPIELMEYER, M. Med. W. 1915 H. 2/3. — Derselbe, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1917 S. 421. — Derselbe, Arch. f. Psych. 1917 S. 870. — Derselbe, M. Med. W. 1918 S. 1039. — SPITZY, M. Med. W. 1915 H. 6. — Derselbe, M. Med. W. 1916 H. 10. — Derselbe, Wien. Klin. W. 1916 S. 664. — Derselbe, Zeitschr. f. orth. Chir. 1917 Bd. 36 S. 87. — Derselbe, M. Med. W. 1917 S. 372. — STOFFEL, M. Med. W. 1915 H. 6. — Derselbe, M. Med. W. 1916 H. 8. — STRACKER, Wien. Klin. W. 1916 H. 8. — Derselbe, Wien. Klin. W. 1918 S. 1026. — VEREBÉLY, M. Med. W. 1916 S. 1713, 1757, 1805. — Derselbe, Wien. Klin. W. 1916. —

Neuerdings erschienen sind 2 umfassende Arbeiten: GEINITZ, Nervenschüsse, Sammelreferat in den Ergebnissen d. Chir. u. Orthopäd. Bd. 12, 1920. — LEHMANN, Ausführliche Monographie: Die Chirurgie der peripheren Nerven. Verlag Urban u. Schwarzenberg 1921.

## 15. Elektrotherapeutische Behandlung an schußverletzten Nerven.

Von Prof. Dr. RICHARD CASSIRER.

Die elektrotherapeutische Behandlung bei Schußverletzungen der peripheren Nerven folgt in ihren Prinzipien durchaus den seit langem gewonnenen Erfahrungen bei der elektrischen Behandlung peripherer Lähmungen.

Es muß ohne weiteres zugegeben werden, daß das Fundament dieser Lehre nicht ganz gesichert ist. Es ist hier nicht der Ort, darauf einzugehen, sondern ich habe hier nur darzustellen, nach welchen Richtlinien die Behandlung der durch Nervenverletzung bedingten Lähmungen zu erfolgen hat. Denn um die Lähmungen allein handelt es sich fast ausschließlich. Die Schmerzen und die sensiblen Ausfallserscheinungen sind nur in geringem Umfange Gegenstand elektrotherapeutischer Einwirkungen. Die Schußneuralgien wird man im allgemeinen wohl denselben elektrotherapeutischen Prozeduren unterziehen wie gewöhnliche Neuralgien, d. h. man wird auf die am meisten oberflächlich liegenden Stellen des Nerven die Anode aufsetzen, die Kathode auf einen indifferenten Punkt oder auf eine zweite Stelle des Nerven und nun einen mäßig starken Strom von einigen Milliampere einwirken lassen. Man wird aber wie auch bei den echten Neuralgien keine wesentlichen Erfolge (außer etwa suggestiven) erwarten dürfen. Die vielfach geübte Behandlung mit Diathermie dürfte ihre wesentlichen Erfolge der dabei produzierten Wärme zu verdanken haben. Gelegentlich wird man einmal Veranlassung haben, quälende und schmerzhaftes Parästhesien mit dem faradischen Pinsel zu behandeln und dem Kranken wohl auch ab und an dadurch wenigstens vorübergehende Erleichterung verschaffen.

Das Hauptanwendungsgebiet ist, wie gesagt, die Behandlung der Lähmungen für diejenigen Fälle, in denen unsere diagnostischen Handhaben uns von vornherein darüber belehren, daß es sich um leichtere Schädigungen handelt, deren Grundlage in leichteren Zerrungen des Nerven, in weniger umfangreicher, hauptsächlich perineuraler Narbenbildung besteht; hier wird die elektrische Behandlung neben anderen physikalischen Prozeduren (Massage usw.) im Vordergrund stehen. Die Einzelheiten der Behandlung richten sich nach dem elektrodiagnostischen Befunde. Wo die faradische Erregbarkeit erhalten ist, kann man sie zur Behandlung mit heranziehen, indem man teils vom Nerven aus, teils von den Muskeln her Zuckungen auslöst (labile Faradisation der Nervenstämmen und der Muskeln). Im allgemeinen wird man aber auch hier den galvanischen Strom bevorzugen, zumal dann, wenn die faradische Erregbarkeit sehr stark abgesunken ist und man nur mit sehr starken und damit schmerzhaften Strömen eine Einwirkung erzielen kann. Der galvanische Strom kommt in Anwendung teils in Form der stabilen Galvanisation, indem man einen Strom von mäßiger Stärke durch den Nerven hindurchgehen läßt, ohne durch Stromschwankungen



Zuckungen zu erzeugen, teils in Form der stabilen oder labilen Galvanisation des Nerven oder der Muskeln, indem man sie einzeln der Einwirkung des Stromes unterwirft und so in jedem ihrer Gebiete Zuckungen hervorruft. Die Galvanisation des Nerven wird man zweckmäßigerweise nur dann benutzen, wenn der Nerv galvanisch noch erregbar ist. Die Stromstärke, die für die Galvanisation der Muskeln in Frage kommt, hängt von der Erregbarkeitsschwelle des einzelnen Muskels ab und beträgt im allgemeinen 6—8—10 Milliampere. Es ist strittig, ob es vorteilhafter ist, durch Stromunterbrechung stets erneute Zuckungen in den einzelnen Muskeln hervorzurufen oder unter Vermeidung der Stromschwankungen ihn der Einwirkung eines gleichmäßig starken Stromes auszusetzen. Die Behandlung muß solange fortgesetzt werden, bis die Lähmungserscheinungen sich erheblich zurückgebildet haben. Eine Notwendigkeit, sie bis zum Verschwinden aller Erscheinungen fortzusetzen, liegt nicht vor. Einer besonderen Vorsicht bedarf es bei der Behandlung der Fazialislähmungen. Es scheint, als ob die hier oft ausgesprochene und sehr unangenehm wirkende Neigung zur Kontraktur durch allzu intensive und lange ausgedehnte elektrische Behandlung gefördert wird.

In den Fällen schwerer Nervenverletzung, bei Zerreißung und bei schwerer intraneuraler Narbenbildung kann die elektrotherapeutische Behandlung selbstverständlich keinen heilenden Effekt ausüben. Wir werden aber trotzdem auf sie nicht ganz verzichten wollen, sondern sie zur Anwendung bringen in der Zeit, in der ein operatives Vorgehen noch nicht möglich ist, weil die Wundverhältnisse eine Nervennaht noch nicht gestatten. Hierbei leitet uns die Vorstellung, daß es bei dieser Sachlage durch die elektrische Behandlung möglich ist, den Ernährungszustand des Erfolgsorgans besser aufrechtzuerhalten und damit die Bedingungen der später erfolgenden operativen Behandlung günstiger zu gestalten.

Zum zweitenmal werden die elektrotherapeutischen Maßnahmen in diesen Fällen dann zur Anwendung kommen, wenn nach erfolgter Operation wiederum sich das Bestreben geltend machen muß, den Zustand der Muskulatur möglichst günstig zu gestalten. In allen diesen Fällen wird dieselbe Form der elektrischen Behandlung in Anwendung kommen müssen, die labile oder die stabile Galvanisation der Muskeln. Erst wenn bei eintretender Besserung auch dem faradischen Strom wieder eine Möglichkeit der Einwirkung gegeben ist, kann man ihn für diese in Anwendung ziehen. Die vielfach geübte unterschiedslose Faradisation gelähmter Gebiete macht dem Kranken nur Schmerzen, ohne ihm irgendwie nützen zu können.

---

## XII. Technik der Amputationen, Exartikulationen und Resektionen.

Von Prof. Dr. HANS HABERER in Innsbruck.

Im Kriege Oberstabsarzt I. Klasse und beratender Chirurg.

Kaum ein Kapitel aus der ganzen Kriegschirurgie ist weniger dankbar für die Bearbeitung als das der Technik von Amputationen, Exartikulationen und Resektionen. Ich will nicht so pharisäisch sein und es etwa bedauern, daß die Besprechung der Indikationen zu den genannten Eingriffen einem anderen Bearbeiter zufällt, denn auch die Besprechung dieser Frage ist, wenn man sich die enorme Kriegsliteratur vergegenwärtigt, nicht nur sehr heikel, sondern auch wenig versprechend, die Verantwortung, etwa die Anzeigen und Gegenanzeigen scharf abgrenzen zu wollen, zu groß. Nicht bald auf einem anderen Gebiete war es so sehr dem ärztlichen Scharfblick des einzelnen und seiner Erfahrung, die er sich für die Kriegsverhältnisse zumeist erst sammeln mußte, und die verschiedene Ergebnisse je nach Kampfabschnitt, Kampfphase usf. zeitigte, überlassen, ob er noch ein Glied erhalten zu können oder ob er es der sicheren Erhaltung des Lebens zuliebe opfern zu müssen glaubte. Wenn daher namentlich im Anfang des Krieges auf der einen Seite behauptet wurde, „es wird zu viel amputiert“, auf der Gegenseite hingegen erklärt wurde, „es wird zu wenig amputiert“, so ist dieser grundsätzliche Gegensatz der Auffassung, heute, am Ende des Krieges, begreiflich. Der Gegensatz mußte sich entwickeln je nach den Eindrücken, die vor allem wir beratenden Chirurgen an verschiedenen Orten unserer Tätigkeit gewonnen haben. Heute, am Ende des Krieges, ist weder die eine noch die andere Behauptung in ihrer schroffen Form als richtig bzw. unrichtig zu bezeichnen, und wenn wir ehrlich sind, müssen wir zugeben, daß wir für die Anzeigen der verstümmelnden Eingriffe an den Extremitäten im verflochtenen Kriege wohl viel zugelernt haben, aber noch weit davon entfernt sind, uns absolut sicher zu fühlen. Ich hatte meinerseits als Konsiliarchirurg die zahlreichen Spitäler Tirols, Vorarlbergs, Salzburgs und Oberösterreichs zu bereisen, war ab 1915 in gleicher Eigenschaft auch an der Front, und zwar sowohl bei deutschen als österreichischen Formationen tätig, und möchte es offen einbekennen, daß ich mich im Anfang des Krieges, in welcher Zeit ich unbedingt der konservativen Richtung zuneigte, weit sicherer bei der Beurteilung des Einzelfalles fühlte als später, zur Zeit, als beispielsweise bereits die Erfahrungen der Kämpfe in den Dolomiten zur Verfügung standen. Ich darf mich aber in diese Frage nicht weiter vertiefen, sondern muß mich der Technik der verstümmelnden Eingriffe zuwenden. Zwei Möglichkeiten gibt es, sich dieser Aufgabe zu entledigen: entweder man sichtet in kritischer Besprechung die Literatur, die in Anlehnung an Altbekanntes in diesem Kriege entstanden ist, oder man läßt die eigene Erfahrung sprechen, wobei ja nicht nur das, was man selbst gemacht hat, sondern vielmehr auch das, was man gesehen hat, was von anderen ausgeführt wurde, von Anhängern verschiedenster Schulen und Auffassungen, die wirkliche Erfahrung ausmacht. Zweck und Umfang des Werkes, in dem die folgenden Zeilen untergebracht werden sollen, zeichnen den zweiten Weg vor. Den weitaus breitesten Raum wird dabei die Besprechung der Amputationstechnik beanspruchen.

## 1. Technik der Amputationen.

Unter ganz verschiedenen Verhältnissen, aber auch unter oft recht verschiedenen Anzeigen spielen sich Amputationen in der Nähe der Feuerlinie und weiter rückwärts, im Etappenraum bzw. in den sog. Heimplazaretten, ab. Es liegt in der Natur der Sache, daß unter dem Drucke der in oft kaum zu bewältigender Zahl zufließenden Verletzten, in der beständigen Gefahr der Beschießung und damit auch der dauernd zu gewärtigenden Möglichkeit, die ganze Krankenstation nach rückwärts verlegen zu müssen, vornur das Allernotwendigste operativ gemacht werden kann und soll. Demnach sind es allerschwerste Verletzungen, Zertrümmerungen ganzer Gliedmaßen, bereits schwer infizierte Wunden, ausgesprochener Gewebstod, in seltenen Fällen schwerste Blutungen bei gleichzeitiger Aussichtslosigkeit auf Erhaltung der betreffenden Extremität, welche hier die Anzeigen zur Amputation geben. Sie soll rasch und möglichst einfach durchgeführt werden, das erfordert nicht bloß der Zustand des Verletzten, sondern auch die gesamte Situation, unter welcher operiert werden muß.

Sohin müssen wir es trotz aller Klagen, die später in den Heimplazaretten von Patienten und Ärzten über die unbrauchbaren, oft noch Nachoperationen zu unterwerfenden Stümpfe geführt werden, als durchaus berechtigt anerkennen, wenn in den ganz weit vorgeschobenen Sanitätsformationen die Amputation nach CELSUS, mit einzeitigem Zirkelschnitt, wobei aber der Knochen in einer etwas mehr zentralwärts gelegenen Ebene durchtrennt wird als die Weichteile, oder aber nach dem Prinzip der linearen Amputation, wie sie besonders von KAUSCH empfohlen wurde, wobei Weichteile und Knochen in ein und derselben Ebene durchtrennt werden, ausgeführt wird. Sicher ist, daß sie die einfachste, sehr rasch durchzuführende Amputationsmethode darstellt, freilich auch im ganzen die schlechtesten Stümpfe liefert. Wie gesagt, kommt aber bei den Amputationen, die so weit vorn ausgeführt werden müssen, und nur von solchen spreche ich zunächst, die Stumpffrage erst sekundär in Betracht. Es darf auch nicht vergessen werden, daß nahe der Feuerlinie, woselbst der Andrang von Verletzungen aller Art ein besonders großer ist, die Amputation, als ein an sich technisch einfacher Eingriff, zumeist jüngeren, in der praktischen Chirurgie weniger bewanderten Ärzten überlassen werden muß, und da ist es auch von diesem Gesichtspunkte aus zum mindesten nicht tadelnswert, wenn der einfachste, das Ziel sicher erreichende Weg gewählt wird. Es gibt dabei noch genug für die Technik zu beobachten, da die Operation sich nicht in einem wohl eingerichteten klinischen Operationssaal mit genügend und genügend geschultem Hilfspersonal abspielt.

Schon die zu beobachtende Asepsis macht nicht geringe Schwierigkeiten. Sie darf aber nicht außer acht gelassen werden, wenn wir auch wissen, daß wir es stets mit infizierten, zumeist sogar mit schwer infizierten Wunden zu tun haben. In einer Reihe dieser Fälle bezweckt ja die frühzeitige Amputation gerade wegen der Infektion die Entfernung des Gliedabschnittes, trachtet also, die Absetzung in nichtinfiziertem Gebiet zu erreichen. Zur Vorbereitung für den Kranken eignet sich entschieden am besten die zweimalige Bestreichung der Haut mit 5—10% alkoholischer Jodtinktur, die, falls die Zeit oder die Gelegenheit zu gründlicher Waschung dem Operateur mangelt, auch als das beste Mittel zur schnellen Desinfektion der Hände genannt werden darf.

Ein sehr wichtiges Kapitel betrifft die Blutstillung bzw. Blutspargung bei der Operation. Sie spielt bei den Operationen im Felde vielleicht sogar eine größere Rolle als bei den Friedensoperationen. Vergessen wir doch nicht, daß unsere verletzten Soldaten zumeist in schwer erschöpftem Zustande, nach einem mehr oder minder mühsamen Transport aus der Kampflinie, mehr oder minder ausgeblutet, zur Operation kommen. Viele müssen, soll nicht größere Gefahr mit in den Kauf genommen werden, in diesem Zustande des Schocks operiert werden. Da muß also jeder Tropfen Blut gespart, jeder vermeidbare Blutverlust, und mag er noch so gering sein, vermieden



werden. Wo nur irgend möglich bzw. vorhanden, muß der Esmarchsche Schlauch bzw. die Esmarchsche Binde angelegt werden.

So selbstverständlich es erscheinen mag, so muß doch mit besonderem Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß der Schlauch am Oberarm wegen der Gefahr der Nervenschädigung unter keinen Umständen angewendet werden darf. Ich habe mich vielfach überzeugt, wie von dieser selbstverständlichen Regel zum Schaden der Kranken Abstand genommen wurde und schwere Nervenschädigung die Folge war.

Es sei ferner darauf verwiesen, daß die Esmarchsche Binde in vollkommen ausreichender Weise durch einen Trikotschlauch ersetzt werden kann. Die Anlegung der Esmarchschen Blutleere bei ganz hohen Amputationen am Oberschenkel bzw. Oberarm macht Schwierigkeiten, weil die Binde in der Höhe des Schulter- bzw. Hüftgelenkes leicht abgleitet. Vorzügliches leistet dabei der Trendelenburgsche Spieß, dessen man sich im gegenwärtigen Kriege wieder erinnerte. Bekanntlich wird dabei ein Spieß durch die Haut der Schulter oberhalb des Akromiions bzw. des Oberschenkels oberhalb des Trochanter major hindurchgeschoben, und die oberhalb der zu beiden Seiten von Ein- und Ausstich herausragenden Spießenden angelegte Esmarchbinde wird in Achtertouren um die Spießenden befestigt. Dadurch ist sie am Abgleiten gehindert. Statt eines solchen Spießes kann auch eine durch eine Hauttasche hindurchgelegte Kornzange benutzt werden (KEPPLER, RITTER). Für Operationen an der unteren Extremität steht übrigens als ultimum refugium die Momburgsche Blutleere zur Verfügung, deren Gefahren aber so genugsam bekannt sind, daß sie an dieser Stelle nicht neuerlich aufgezählt werden müssen. Wer sich darüber genauer informieren will, findet alles Wissenswerte bei VON SAAR in den Ergebnissen der Chirurgie und Orthopädie.

Wer die von HENLE bzw. von PERTHES angegebenen Apparate zur Anwendung der künstlichen Blutleere besitzt, wird sie schon deshalb mit großem Vorteil verwenden können, weil sie vor der Esmarchschen Binde den Vorteil der Haltbarkeit und bequemen Sterilisierbarkeit des Materiales voraus haben. Eine große Rolle spielte, vielleicht in erster Linie aus den gleichen Gründen, die Sehrtsche Klemme, die ja auch sehr leicht angelegt und ebenso leicht abgenommen werden kann. Meiner Erfahrung nach wird aber dabei doch recht oft keine ganz entsprechende Blutleere erzielt.

Wenn man, wie MOSER es empfiehlt, die Unterbindung der großen Gefäße als Schlußakt der bereits im übrigen vollendeten Amputation vornimmt, so kann man ohne künstliche Blutleere doch nahezu blutleer operieren, schon deshalb, weil bei den noch unter Schockwirkung stehenden Patienten die kleineren Gefäße der Weichteile bekanntlich fast nicht bluten. Immerhin bedeutet das Verfahren eine nennenswerte Komplikation in der sonst so einfachen Technik der Amputation, daß es nur ganz sattelfesten Chirurgen empfohlen werden kann. Zweckmäßiger ist es jedenfalls, sich die großen Gefäße an den typischen Stellen digital komprimieren zu lassen, wozu das Hilfspersonal ebenso abgerichtet werden muß wie jede Krankenpflegerin.

Die beste Anästhesie bei den dringenden Amputationen bleibt die Äthernarkose, die zweckmäßig mit einem Chloräthylrausch eingeleitet werden kann. Eine vorherige Einspritzung von 0,01 Morphin und 0,001 Atropin halte ich persönlich wegen der Herabsetzung der Sekretion für wünschenswert, wenngleich viele Chirurgen auf diese Mittel verzichten, und zwar, wie aus ihrer Erfahrung hervorgeht, ohne wesentliche Nachteile. Daß in geeigneten Fällen die verschiedenen bekannten Formen der Lokalanästhesie nicht nur Berechtigung haben, sondern auch Vorteile bringen können, beweisen die Beobachtungen, die von einer ganzen Zahl von Chirurgen im verflossenen Kriege damit gemacht wurden.

Wenn es nun die Verhältnisse gestatten, wird man naturgemäß auch in den ganz weit vorgeschobenen Sanitätsformationen auf die spätere Stumpfbeschaffenheit bei den Amputationen Rücksicht zu nehmen haben. Und da aus allen Beobachtungen,

wie schon gesagt, hervorgeht, daß der einzeitige Zirkelschnitt, bzw. die lineare Amputation wenig brauchbare Stümpfe zeitigen, die oft genug noch Nachoperationen unterzogen werden müssen, so wird man, wo irgend angängig, die auch in der Friedenspraxis bewährten sog. Lappenmethoden vorziehen. In den weiter rückwärts gelegenen Sanitätsformationen, in denen auch gemeinhin unter geänderten Anzeigen der Eingriff vorgenommen wird, hat der einzeitige Zirkelschnitt, namentlich an der unteren Extremität, seine Berechtigung verloren und läßt sich sogar bei Gasphlegmonen nahezu regelmäßig vermeiden.

Da nach den Erfahrungen des verflossenen Krieges die Schußwunden fast ausnahmslos als infiziert anzusehen sind, muß sich der Chirurg bei der Amputation darüber klar sein, daß, wenn er auch fernab von der eigentlichen Verletzung amputiert, und wenn auch an der Stelle der Amputation keine Anzeichen für Infektion mehr vorhanden sind, hierbei doch der Schein trügen kann. Wir müssen nicht nur mit der Möglichkeit, sondern sogar mit der Wahrscheinlichkeit rechnen, daß im Bereiche der Absetzungsebene des betreffenden Gliedabschnittes infizierte Lymphgefäße durchschnitten werden und daß dadurch die ganze Wundfläche infiziert werden kann. Ausgiebige Drainage ist deshalb unter allen Umständen zu empfehlen, schon deshalb, weil es bei der Fülle der Arbeit, die den Kriegschirurgen stündlich erwartet, nicht so, wie in einer richtig geleiteten Klinik möglich ist, bei jeder Temperatursteigerung, die den Beginn einer Infektion anzeigen kann, sofort den Verbandwechsel vorzunehmen. Und noch etwas muß gleich an dieser Stelle gesagt werden, ohne daß ich damit irgendeinem Kollegen einen Vorwurf machen möchte, und das um so weniger, als wir ja alle wissen, daß der Krieg so viele zur Chirurgie gezwungen hat, die alles eher als Chirurgen waren oder sein wollten. Ich habe mich bei meinen der Beratung gewidmeten Besuchen in den Feldlazaretten, aber auch bei denen im Etappenraum wiederholt überzeugt, daß namentlich jüngere Ärzte die ersten Anzeichen einer Wundinfektion des Amputationsstumpfes bei genähter Wunde gar nicht erkennen, besonders eben dann, wenn diese Infektion — wie es ja bei den Kriegsverletzungen nahezu die Regel ist — ihren Ausgang von den tieferen Schichten der Wunde nimmt. Dabei braucht naturgemäß die Nahtlinie der Hautwunde noch keine Rötung zu zeigen; aber ein gewisses, durch Ödem des Lappens bedingtes tieferes Einschnelden der Hautnähte, ein scheinbares Gequollensein der ganzen Hautbedeckung des Stumpfendes ist, selbst wenn noch jede Rötung in der Umgebung der genähten Wunde fehlt, ein sicheres Zeichen für Infektion. Bei ausgiebiger Drainage hingegen verrät die Art der Sekretion auch dem weniger Erfahrenen die beginnende oder zunehmende Infektion. Bei ganz schwer infizierten Schußwunden, namentlich aber bei Gasphlegmonen, welche zur Amputation Anlaß geben, ist vor jeder Wundnaht zu warnen, dabei soll die Wunde des Amputationsstumpfes in ganzer Ausdehnung offenbleiben. Dieses Postulat hindert trotzdem nicht, daß, namentlich in weiter von der Front entfernten Anstalten, die Lappenschnittmethode an die Stelle des einseitigen Zirkelschnittes, bzw. der linearen Amputation gesetzt wird. Der gebildete, bzw. die gebildeten Lappen sollen nur vorerst nicht genäht werden.

Da die Art der Stumpfdeckung an der unteren Extremität wegen der Belastungsmöglichkeit der Stümpfe eine größere Bedeutung als an der oberen besitzt, so möge das Beispiel einer Amputation an der unteren Extremität gewählt werden. Voraussetzung schwere Infektion, Unsicherheit darüber, ob es gelingt, die Amputation in nichtinfiziertem Gebiete auszuführen. Je einfacher der Lappenschnitt gewählt wird, desto besser ist es. Er hat vor allem darauf Bedacht zu nehmen, daß die spätere Hautnarbe nicht gerade über die Belastungsfläche läuft. Deshalb eignet sich besonders gut ein vorderer Haut- bzw. Hautmuskellappen in Verbindung mit hinterem Zirkelschnitt gegenüber der Basis des Hautlappens. Der vordere Lappen wird nun nach beendeter Amputation nicht mit dem hinteren Zirkelschnitt vereinigt, sondern vorerst wird die Wunde offengelassen. Damit nun der vordere Lappen nicht zu sehr schrumpft,

wird er nach oben geschlagen und durch einige Nähte an der normalen Haut des Stumpfes festgenäht. Dieses Verfahren hat z. B. PAYR auf der Kriegschirurgentagung in Berlin empfohlen. Weniger sicher ist es etwa den Lappen über einen auf den Amputationsstumpf aufgedrückten Gazebausch nach unten zu klappen und ihn nun mit einigen Situationsnähten am Wundrand des Zirkelschnittes zu befestigen. Das Verfahren steht deshalb dem früher geschilderten nach, weil die Wundkontrolle dabei erschwert wird. Eine gute und daher sehr zu empfehlende Methode der Lappenbildung an der unteren Extremität ist die Durchstichmethode. Mit ihr bilden wir an der Vorder- und Hinterseite der Extremität je einen ziemlich viel Muskulatur enthaltenden Lappen, so daß auch eine etwaige höhergradige nachträgliche Schrumpfung nicht viel ausmacht. Auch mit dieser Methode sind wir imstande, die Wunde vorerst völlig offen und so dem kontrollierenden Auge zugänglich zu erhalten\*).

An der oberen Extremität, bei welcher, wie schon früher gesagt, es gleichgültiger ist, wo nach der ausgeführten Amputation die Hautnarbe liegt, ist die Zirkelschnittmethode als die einfachste die am meisten zu bevorzugende. Es wäre übrigens ganz falsch, zu glauben, daß die Zirkelschnittmethode an der unteren Extremität deshalb, weil bei ihr die Hautnarbe über die spätere Belastungsfläche des Stumpfes zu liegen kommt, unter allen Umständen unbrauchbare Stümpfe liefern müsse. Die Belastungsmöglichkeit des Stumpfes hängt ja nur zum kleinsten Teile von der Lage der Hautnarbe ab, zumal häufig genug Narben unempfindlich werden oder aber durch zweckentsprechende Nachbehandlung, wie Massage, Heißluftanwendung usw., unempfindlich gemacht werden können. Deshalb kann auch an der unteren Extremität ein Amputationsstumpf noch sehr wohl belastungsfähig, bzw. wie man wohl nicht ganz richtig zu sagen pflegt, tragfähig werden, wenn er mittels des einzeitigen Zirkelschnittes oder gar mittels der linearen Amputationsmethode hergestellt wurde, ja auch dann, wenn aus den nun schon mehrfach besagten Gründen die Weichteilwunde nach der Amputation zunächst ganz offengelassen wurde. Viel ist dabei schon gewonnen, wenn bei der Amputation die Haut möglichst stark proximalwärts verzogen wurde, sehr viel kann man aber auch noch nachträglich dadurch erreichen, daß man mittels einer der üblichen Extensionsmethoden die Haut nach unten über die Stumpffläche zieht. Eine ganze Reihe von eigenen Apparaten sind im verfloßenen Kriege zu diesem Zwecke angegeben worden. Meiner Erfahrung nach benötigt man gar kein eigenes, heute noch obendrein recht kostspieliges Instrumentarium, da ein gewöhnlicher, mittels Mastisol an der Stumpfhaut befestigter Trikotstrumpf ganz dasselbe leistet. Mit ihm kann die Haut in ausgezeichnete Weise durch Gewichtszug distalwärts über die Schnittfläche des Stumpfes verschoben werden. Und auch der Trikotstrumpf ist entbehrlich, er kann im Notfalle durch einzelne Bindestreifen ersetzt werden, die in gleichmäßigen Abständen an der Haut mit Mastisol festgeklebt werden.

Die sog. Tragfähigkeit, besser gesagt Belastungsfähigkeit des Amputationsstumpfes, die, um es nochmals zu betonen, in erster Linie bei den Amputationen an der unteren Extremität anzustreben ist, hängt neben einer guten Weichteilbedeckung des Stumpfes sehr wesentlich davon ab, ob der Amputationsstumpf als solcher sehr empfindlich bleibt oder nicht. Vor allem müssen die Nerven, die in Amputationsstümpfen zurückbleiben, richtig behandelt werden, damit es nicht durch ihr Auswachsen zur Bildung schmerzhafter Amputationsneurome kommt. Man darf wohl sagen, daß bis in die letzten Jahre hinein alle Chirurgen dabei in der einfachen Weise vorgegangen sind, daß sie die sichtbaren Nervenstümpfe gefaßt, aus der Wunde möglichst weit vorgezogen und dann das vorgezogene Stück abgeschnitten haben. Dadurch werden die kolbigen Anschwellungen der Nervenstümpfe, die sich später ausbilden, so hoch über die Wundfläche des Amputationsstumpfes gelagert, daß ein

\*) PAYR empfiehlt auch den Knochenquerschnitt unmittelbar nach Amputation mit Jodtinktur zu bestreichen.



Verwachsen der Nervenstümpfe mit der Amputationsnarbe nicht zu befürchten ist. Das ist nun bei der Nervenversorgung sicher die Hauptsache, daß man das Verwachsen der Nervenstümpfe mit der Amputationsnarbe vermeidet. Schon vor, aber ganz besonders während des Krieges wurden nun eine Reihe von Methoden angegeben, welche das Auswachsen des Nervenstumpfes zu einem Neurom verhindern und damit das Auftreten nachträglicher Stumpfschmerzen von dieser Seite her unmöglich machen sollten. Es sei hier an die aus der Nervenscheide zu bildende Deckung des Nervenquerschnittes, wie sie BIER empfohlen hat, bzw. an die Vernähung des Nerven in Schlingenform, d. h. Einnähung des Nervenquerschnittes, der schlingenförmig proximalwärts umgelagert wird, in eine seitliche Inzisionswunde des Nervenstammes oder der Vernähung zweier Nervenquerschnitte untereinander erinnert. Alle diese Methoden erschweren aber die sonst so einfache Amputationstechnik und werden sich daher unter den Kriegschirurgen kaum sehr viele Anhänger gewinnen. Einfacher suchten die Methoden der Abquetschung des Nervenstumpfes mit starken Klemmen, wie sie von KRÜGER und WILMS empfohlen worden sind, das Auswachsen des Nervenstumpfes zu verhindern. Endlich muß auch der Methode der Vereisung des Nervenstumpfes, wie sie von TRENDLENBURG angegeben, von PERTHES besonders empfohlen wurde, gedacht werden. Wenn ich von den komplizierten Methoden absehe, habe ich alle einzelnen Vorschläge durchprobiert, bin aber schließlich zu der alten bewährten Methode der starken Kürzung des Nerven als der einfachsten zurückgekommen, da ich nicht die Überzeugung gewinnen konnte, daß die neueren, komplizierteren Methoden besondere Vorteile bzw. besondere Sicherheit gegen das Auftreten von Nervenschmerzen nach der Amputation bieten. In einem gewissen Prozentsatz aller Amputationen kommt es zu Nervenschmerzen im Stumpfe, aber nur bei einem geringen Teile derselben ist die Ursache in einem Stumpfneurom gelegen.

Es ist bestimmt zu wenig bekannt, daß, namentlich nach Amputationen, bei welchen der Wundverlauf kein aseptischer war, Schmerzen auch auf Basis aufsteigender Neuritiden zustande kommen können, die nach den üblichen Regeln der Neuritisbehandlung in kürzerer oder längerer Zeit schwinden. Ferner muß gerade bei den traumatischen Kriegsverletzungen, die zu Amputationen führen, auch mit Schmerzen gerechnet werden, die eine psychogene Ursache haben. Es zeigt sich mithin, daß durchaus nicht alle Schmerzen, die nach Amputationen auftreten und den Charakter von Nervenschmerzen haben, einfach als limine als von Amputationsneuromen ausgehende aufgefaßt werden dürfen. Für die Amputationstechnik möchte ich dem Gesagten zufolge nach wie vor die einfache hohe Kürzung der Nervenenden als einfachste, den übrigen Methoden nach den bisherigen Erfahrungen nicht nachstehende empfehlen.

Nun kann aber ein Amputationsstumpf bei unempfindlicher Hautnarbe und bei Fehlen von vom Nerven ausgehenden Schmerzen doch sehr empfindlich bleiben, so daß an eine direkte Belastung des unteren Stumpfendes nicht gedacht werden kann. Die Ursache kann nämlich auch in der Beschaffenheit des knöchernen Stumpfendes liegen. Bekanntlich bleibt ein Knochenstumpf, dessen Periostmantel reichlich neuen Knochen bildet, gelegentlich außerordentlich empfindlich. Die vorzügliche Belastungsfähigkeit der Stümpfe nach GRITTI und PIROGOFF, welche seit altersher bekannt ist, beruht eben darauf, daß die nach der Amputation verbleibende Knochenwundfläche mit normalem Knochen gedeckt wird. In Erkenntnis dieser Tatsache hat ja BIER seine ausgezeichnete Methode der osteoplastischen Amputation angegeben, deren Wesen darin besteht, daß der Knochenstumpf durch einen gestielten Periostknochenlappen gedeckt wird. BIERs Methode ist zu bekannt, als daß sie hier näher beschrieben werden müßte. Bereits in der vorantiseptischen Zeit wurden ebenfalls Versuche angestellt, die Markhöhle des Amputationsstumpfes zu verschließen, was man ebensowohl durch die sog. subperiostale Amputation als durch das Auflegen von Periostlappen auf die wundte Knochenfläche zu erzielen suchte. Diese Methoden haben sich aber im Gegensatz

zu der osteoplastischen Methode BIERs deshalb nicht bewährt, weil vom Periost oft mächtige Osteophytenbildung ausgeht, die dann einen schmerzhaften Stumpf zur Folge hat. Das Verfahren nach BIER gibt in der Tat ausgezeichnete Stümpfe, wie jeder weiß, der sich des Verfahrens bedient hat. Richtig aber ist, daß die Technik nicht ganz einfach ist, Übung erfordert, und deshalb wurde die osteoplastische Amputation im verfloßenen Kriege wohl nicht so häufig angewendet, als nach den damit zu erzielenden Erfolgen zu erwarten gewesen wäre. Hatten wir doch auch schon in Friedenszeiten statt des osteoplastischen Verfahrens zu meist eine einfachere Methode benutzt, die, wie schon seinerzeit RANZI in einer ausführlichen Arbeit aus der v. Eiselsberg'schen Klinik nachgewiesen hat, ausgezeichnete, belastungsfähige Stümpfe liefert. Ich meine die aperiostale Amputation nach BUNGE.

In der Erkenntnis der Tatsache, daß der knöcherne Amputationsstumpf dann unempfindlich bleibt, wenn weder vom Periost noch vom Markraum störende, den Stumpf nach Art von osteophytären Auflagerungen deckende Kallusmassen gebildet werden, hat BUNGE die etwas umständliche osteoplastische Amputationsmethode BIERs dadurch zu ersetzen gesucht, daß er den Knochen distal von der Periostschnittfläche absetzt, wodurch also ein periostfreier Knochenstöckel geschaffen wird. Außerdem löffelt BUNGE auch noch einen Markkegel aus der Knochenmarkshöhle aus. Wie gesagt, haben reichliche Erfahrungen der Friedenschirurgie gelehrt, daß auf diese Weise ausgezeichnet belastbare, unempfindliche Amputationsstümpfe erreicht werden. Wir haben deshalb auch dieses Verfahren wohl mehr oder minder alle in der ersten Zeit des Krieges als Normalverfahren angesehen. Ich habe als beratender Chirurg meinerseits wenigstens überall, wo das Verfahren nicht bekannt war, es als bestes und einfachstes empfohlen. Schon sehr bald machte mich POMMER gelegentlich einer Aussprache im Innsbrucker Ärzteverein darauf aufmerksam, daß in Fällen von Infektion, der seines Periostes und seines Markes entblößte Knochenabschnitt sequestrieren müsse. Wie recht POMMER mit dieser Auffassung hatte, geht aus der seither über diesen Gegenstand entstandenen Literatur ebensowohl, wie aus meinen eigenen Erfahrungen hervor. HOFSTÄTTER u. A. haben sich mit dieser wichtigen Frage beschäftigt, und es wird wohl kaum einen Chirurgen geben, der nicht unter seinem Amputationsmaterial des Krieges Fälle hatte, bei welchen sich der aperiostale Knochenstumpf als sog. Kronensequester nach mehr oder minder langwieriger Eiterung demarkiert, abgestoßen hat, bzw. schließlich entfernt werden mußte. Die bei Amputationen, welche wegen Kriegsverletzungen ausgeführt werden müssen, so häufige Infektion, ist der Feind der BUNGESchen aperiostalen Methode, und ich kann den Standpunkt derjenigen nicht teilen, welche sie trotzdem als Normalverfahren auch für die Kriegsamputationen beibehalten wollen.

Hören wir auf der anderen Seite von BIER selbst, daß seine osteoplastische Amputation auch dann Aussicht auf Erfolg hat, wenn im infizierten Gebiete gearbeitet werden muß, ja noch mehr, daß sie auch bei der offenen Stumpfbehandlung mit bestem Erfolge angewendet werden kann, weil der Periostknochenlappen in Verbindung mit dem Weichteillappen hochgeklappt erhalten und trotzdem noch nach längerer Zeit an der Sägefläche des Amputationsstumpfes zur Anheilung gebracht werden kann, so müssen wir nach meiner Ansicht wenigstens für alle Fälle, die als nicht ganz dringende in der unmittelbaren Nähe der Feuerlinie zur Operation gekommen sind, die BIERsche Methode trotz ihrer größeren Anforderung an die Technik als die beste bezeichnen. Es nimmt nicht wunder, daß sich der Periostknochenlappen selbst im infizierten Gebiete und bei offener Wundbehandlung leichter erhält, als der aus der direkten Ernährung ausgeschaltete Knochenstöckel BUNGES. Bei BIERs osteoplastischer Methode handelt es sich eben um einen an seinem ernährenden Periost gestielten Knochenlappen. Dabei haben wir, wie ebenfalls BIER gezeigt hat, noch einen weiteren Vorteil darin, daß wir sehr große Weichteillappen mit langgestielten Knochenlappen bei

der Amputation nehmen können, so daß bei offener Behandlung die nachträgliche Lappenschrumpfung nicht nur nichts ausmacht, sondern oft geradezu erwünscht sein kann.

In ähnlicher Weise wie bei der Amputation nach PIROGOFF oder GRITTI können nun auch an anderen Stellen der unteren Extremität, natürlich auch an der oberen, wenngleich sie hier eine ungleich geringere Bedeutung haben, gestielte Weichteil-Periostknochenlappen zur osteoplastischen Deckung von Amputationsstümpfen Verwendung finden, ein Prinzip, worauf ja auch die diakondyläre osteoplastische Oberschenkelamputation nach SSABANEJEFF beruht, bei welcher der Autor bekanntlich ein Stück des oberen Tibiaendes in Verbindung mit einem vorderen Hautlappen auf den intrakondylären Stumpf des Femur aufpflanzt. Es würde viel zu weit führen, sollten hier alle die möglichen und bereits publizierten Variationen der Amputationsmethoden von GRITTI und PIROGOFF — denn um solche handelt es sich ja in letzter Linie dabei — angeführt werden, und ich glaube auch, es würde dies dem eigentlichen Zwecke des vorliegenden Buches zuwiderlaufen, in dem ja die allgemeine Amputationstechnik, wie sie dem Kriegschirurgen empfohlen werden kann, und nicht eine Spezialtechnik, wie sie jeder in größeren Operationslehren findet, niedergelegt werden soll. Nur eines darf hier nicht vergessen werden, daß es wieder BIER war, welcher zeigte, daß sich die Amputation nach PIROGOFF, also die Erhaltung des Fersenhöckers, in einem Hautlappen zur osteoplastischen Deckung nicht nur für die Amputation in der Malleolargegend des Unterschenkels, sondern auch für hohe Unterschenkelamputationen eignet. Der dazu nötige große Weichteillappen schrumpft und der Stumpf wird in ausgezeichneter Weise tragfähig.

Von speziellen Amputationen an der unteren Extremität sei die Methode nach WLADIMIROFF-MIKULICZ deshalb erwähnt, weil sie dem Patienten doch den eigenen Fuß erhält. Ich bin mir dabei bewußt, daß diese Amputation in den gangbaren Hand- und Lehrbüchern als osteoplastische Fußresektion beschrieben ist. Ich weiß auch, daß es nur seltene Kriegsverletzungen sind, die etwa noch die Absetzung nach dieser Methode ermöglichen werden, aber ich habe einige Operationen nach WLADIMIROFF-MIKULICZ gesehen, die bei schweren Zertrümmerungen der Malleolengegend, des Kalkaneus und Talus im verfloßenen Kriege ausgeführt wurden. Die Patienten konnten z. T. ganz ausgezeichnet gehen, und waren daher mit dem Resultat der Methode sehr zufrieden\*).

Weit wichtiger als die Besprechung einzelner Amputationsmethoden erscheint es mir, einige Worte über die Nachbehandlung der Amputationswunden zu sprechen. Haben wir das Glück, die Amputation in nichtinfiziertem Gebiete aseptisch durchführen zu können, können wir somit die Wunde bis auf zwei vorsichtshalber eingelegte Glasdräns schließen, dann wird, wie im Frieden, die Wunde primär heilen, und wir sind während der Wundheilung eigentlich nur untätige Zuseher. Anders in den Fällen, bei welchen die Infektion zwingt, die Wunde von vornherein offenzulassen oder die versehentlich zugenähte Wunde sekundär wieder zu eröffnen. Wie viele Ratschläge sind während des verfloßenen Krieges, die Nachbehandlung solcher infizierter Wunden betreffend, erteilt worden, und doch ist kaum einer unwidersprochen geblieben. Gehen wir einmal von jenen Amputationen aus, die wegen der bösesten Infektion, der Gasbrandinfektion, ausgeführt werden: Wahrscheinlich fußend auf einer Mitteilung, welche seinerzeit MÜLLER auf dem deutschen Chirurgenkongreß in Berlin 1913 über Sauerstoffbehandlung gemacht hat, sah ich in vielen Feldlazaretten, daß die frische Amputationswunde mit konzentriertem Wasserstoffsuperoxyd gespült und mit in derselben Flüssigkeit getränkten Gazestücken bedeckt wurde. Das Gefährliche eines

---

\*) Über die Auslösung der Fibula bei Unterschenkelamputationen sei nur so viel bemerkt, daß sie sich mit Recht nicht viele Anhänger erworben hat.



solchen Unternehmens liegt auf der Hand. Ich selbst habe davon Gasembolien ausgehen sehen, die zum raschen Tode führten. Dasselbe Unglück kann sich ereignen, wenn man proximal von der Absetzungsebene die Weichteile mit Wasserstoffsuperoxyd umspritzt. Da obendrein der Wert derartiger Behandlung fraglich ist, so muß vor diesem Versuche, gegen die Anaeroben Front zu machen, gewarnt werden. Über die Serumbehandlung des Gasbrandes zu sprechen, auf deren mögliche Erfolge WASSERMANN seinerzeit (Kriegschirurgentag 1918, Brüssel) aufmerksam gemacht hat, ist hier nicht der Platz. Die Wunde muß natürlich völlig offen bleiben, das ist wohl das einzige Postulat, das bisher unwidersprochen geblieben ist. Die vollständig offene Wundbehandlung an freier Luft hat so verschiedene Beurteilung erfahren, daß es jedenfalls verfrüht wäre, hierüber ein abschließendes Urteil abgeben zu wollen. Die Dauerberieselung solcher Wunden, vor allem mit der so viel gepriesenen Dakinschen Lösung, ist gewiß zu empfehlen, wenngleich ich es dahingestellt lassen möchte, ob dabei nicht der Wert gerade der Dakinschen Lösung überschätzt wurde. Ich möchte vielmehr glauben, daß es vor allem die feuchte Behandlung ist, der dabei das Hauptgewicht zugemessen werden darf. Ich möchte darauf hinweisen, daß es uns in Tirol nicht gelungen ist, die Dakinsche Lösung zu erhalten, wie sehr wir uns auch darum bemühten. Wir haben dann einfach feuchte Verbände mit essigsaurer Tonerde gemacht und diese Verbände mit der gleichen Lösung in schweren Fällen dauernd berieselt. Wenn ich die damit erzielten Resultate mit den von anderer Seite mitgeteilten vergleiche, so kann ich keinen wesentlichen Unterschied finden. Es soll hier nicht näher auf die Wirkungsweise der feuchten Verbände eingegangen werden, daß ihnen aber u. a. auch eine chemotaktische Wirkung zukommt, dürfte doch als sicher gelten. Speziell bei Gasinfektion ist häufiges Verbinden, oft mehrmals am Tage, am Platze. Der feuchte Verband kann mit sehr gutem Erfolge mit der Bierschen Stauung kombiniert werden, wenn es möglich ist, dieselbe in gesundem Gebiete anzulegen. Auch bei allen anderen Infektionen hat sich mir die Kombination feuchter Verbände in Kombination mit der Bierschen Stauung sehr gut bewährt. Mit der Vuzinbehandlung habe ich gar keine persönliche Erfahrung, die Urteile darüber lauten aber so verschieden, daß jedenfalls vorderhand noch Vorsicht mit diesem Verfahren geboten erscheint.

Da doch die Stümpfe nach der Amputation alle mehr oder weniger hochgelagert werden, so darf in der Nachbehandlung nicht übersehen werden, daß, namentlich bei schwerer Infektion mit Eiterung, und besonders bei sehr heruntergekommenen, septischen Kranken jederzeit Senkungsabszesse in der Tiefe der Weichteile auftreten können, deren frühzeitige Eröffnung außerordentlich wichtig ist. Ich habe Kranke an solchen Senkungsabszessen zugrunde gehen sehen, zu einer Zeit, wo die primäre Amputationswunde bereits in Heilung begriffen war. Die Kenntnis dieser Tatsache ist so wichtig, daß ich auf die Gefahr hin, ganz Bekanntes zu sagen, doch nicht unterlassen möchte, darauf hinzuweisen, daß diese Abszesse, ganz ähnlich wie die kalten Abszesse dem Gesetze der Schwere folgend, gewöhnlich in jenen Teilen der Extremität auftreten, welche am tiefsten gelagert sind. Um ein Beispiel zu nehmen, werden also solche Senkungen des Eiters bei Oberschenkelamputationen, bei welchen der Stumpf auf einem keilförmigen Kissen gelagert ist, gewöhnlich an der Hinterseite gegen das Gesäß zu suchen sein.

Daß in der Nachbehandlung offener Amputationswunden mit der schon früher besprochenen etwaigen Extension der für die Deckung bestimmten Weichteile erst begonnen werden darf, wenn die floride Infektion bereits abgeklungen ist, versteht sich eigentlich von selbst. Bei sicher bestehender Allgemeininfektion habe ich doch wieder Kollargol bzw. Elektrargol in Form von intravenösen Injektionen bzw. in Form von Klysmen angewendet und glaube bestimmt, davon gute Erfolge gesehen zu haben. In einzelnen Fällen haben wir, wenn Bakterien im Blute gefunden wurden, Autovakzination versucht. Meist aber hat es sich dabei um schon aussichtslose, dem sicheren

Tode verfallene Fälle gehandelt, Fälle, bei denen bereits Leberschwellung mit dem ominösen Ikterus das Bild beherrschten\*).

Klingt die Infektion ab, so haben wir alles Augenmerk der künftigen Stumpfgestaltung zuzuwenden. Vor allem aber ist die Hauptsorge bei bis dahin offener Wundbehandlung auf die Bedeckung des Knochenstumpfes mit Weichteilen und gesunder Haut zu richten. Handelt es sich um einen Stumpf nach sog. linearer Amputation, so wird zunächst das schon früher beschriebene Verfahren der Weichteilextension so lange fortgesetzt, bis entweder eine vollkommene Stumpfbedeckung eingetreten ist oder aber es sich herausstellt, daß Haut und Weichteile nicht soweit verschieblich sind, daß eine tadellose Wundbedeckung zu erzielen ist.

Dann treten andere Aufgaben für die Stumpfbedeckung an uns heran, über die gleich im folgenden gesprochen werden soll. Vorerst sei aber noch der Vollständigkeit halber gesagt, daß in den Fällen, bei welchen der Lappen schon zur Zeit der Operation vorgebildet, aber nicht zur Nahtvereinigung gebracht worden war, nach abgeklungener Infektion die Sekundärnaht zu folgen hat, wobei in allen Fällen, bei welchen der Weichteillappen Knochen zum osteoplastischen Verschluß der Markhöhle des Stumpfes enthält, jetzt auch dieser osteoplastische Verschluß vorgenommen wird. Handelt es sich um einen konischen Stumpf, wie er sich mit Vorliebe nach der linearen Amputation durch Retraktion der Weichteile, bzw. durch Atrophie der Muskulatur entwickelt, so kann der Stumpf entweder durch eine Keilexzision des Stumpfendes, die den Knochen natürlich mit in sich begreifen muß und wobei die Basis des Keiles der Stumpfebene entspricht, die Spitze hingegen proximal im Stumpfinneren liegt, in einen brauchbaren verwandelt werden, oder aber man entschließt sich lieber gleich zu einer Reamputation höher oben. Der letztere Vorgang bleibt immer der technisch einfachere und ist der sicherere dann, wenn langwierige Eiterung mit Schwielenbildung im Bereiche des Stumpfendes vorausgegangen ist, weil wir bekanntermaßen in allen solchen Fällen mit der schlummernden Infektion rechnen müssen, deren Folgen nicht abzusehen sind, wenn wir sie durch einen Eingriff im alten Wundbereich neu entfachen. Oft genug kann dann eine solche Reinfektion Grade annehmen, die denen der ursprünglichen Infektion gar nichts nachgeben, ja sie sogar übertreffen. Es ist zwar selbstverständlich, doch muß es der Vollständigkeit halber ausgesprochen werden, daß zur Zeit der sekundären Stumpfversorgung etwa bereits ausgebildete Knochensequester (man vergesse nie, vor der sekundären Stumpfversorgung durch Röntgenbilder nach solchen, namentlich noch in Bildung begriffenen, etwaigen Kronensequestern zu fahnden) vorher entfernt werden müssen, weil sie ja sonst durch anhaltende Eiterung das Resultat der sekundären Stumpfversorgung illusorisch machen.

In jenen Fällen, bei welchen, wie schon eben früher ausgeführt wurde, während der (nach der Amputation) bestehenden Eiterung die Weichteile so schrumpfen, daß alle Extension nicht ausreicht, die Stumpfwundfläche mit gesunden Weichteilen zu decken, muß gegebenenfalls entweder die Reamputation die Korrektur besorgen oder aber wir müssen zu plastischen Methoden unsere Zuflucht nehmen. Solche Plastiken wurden im verflossenen Kriege beim Ulcus prominens von Amputationsstümpfen sehr häufig und mit gutem Erfolge ausgeführt. In Betracht kommen dabei die Deckung mit einem oder mehreren gestielten Hautlappen aus der gesunden Haut des Amputationsstumpfes, ein Verfahren, welches namentlich von SCHANZ empfohlen wurde, oder aber die Stumpfbedeckung durch Brückenlappen, die (in ganz derselben Weise wie bei der bekannten Visierlappenplastik nach Exzision der Unterlippe) aus

---

\*) Wieweit sich die von PREGL in jüngster Zeit in die Therapie septischer Prozesse eingeführte Jodlösung, sei es in Form intravenöser Injektion, sei es in Form der Wundberieselung, auch für Kriegsverletzungen eignen wird, läßt sich heute noch nicht sicher sagen, wenn auch die mit dem Verfahren bisher erzielten Erfolge durchaus beachtenswerte genannt werden müssen.

der normalen Haut in nächster Umgebung der Stumpfwundfläche als doppeltgestielte Lappen geschnitten und dann steigbügelförmig über das wunde Stumpfende geklappt werden. In Fällen, bei welchen es sich um hohe Oberschenkelamputationsstümpfe handelt, kann man die Hautbedeckung mit Vorteil von der Innenseite des benachbarten gesunden Oberschenkels entnehmen, indem man den von dort gewonnenen Hautlappen zunächst an seinem Stiele läßt und denselben erst allmählich abträgt. Freilich müssen in der Zwischenzeit die beiden Oberschenkel dauernd durch einen fixierenden Verband miteinander verbunden bleiben. Da der einfachgestielte Lappen stets unsicherer ist als der doppeltgestielte Lappen, hat KATZENSTEIN bei der hohen Oberschenkelamputation zur nachträglichen Stumpfbedeckung mit Haut einen sehr guten Weg in der Weise beschritten, daß er den Stumpf unter einen Brückenlappen der Haut an der Innenseite des gesunden Oberschenkels steckt, den Brückenlappen dann allmählich von beiden Seiten her abtrennt und seine freien Enden schließlich an der Hinterseite des Stumpfes vereinigt. Eine der genannten Formen der Plastik wird wohl immer anwendbar sein, jedenfalls ist, falls Reinfektion nicht zu befürchten, die Plastik der Reamputation schon deshalb vorzuziehen, weil dadurch der Stumpf nicht neuerdings verkürzt wird. Und bei allen unseren Maßnahmen müssen wir darauf bedacht sein, möglichst lange Stümpfe zu erhalten, da sie für die spätere Funktion in der Prothese von ausschlaggebender Bedeutung sind. An der unteren Extremität muß ja unser ganzes Streben dahin gehen, die Patienten von den sog. entlastenden Prothesen frei zu erhalten, weil in ihnen der Stumpf atrophiert und für die Belastung, die erzielt werden soll, gänzlich unbrauchbar wird.

Bei allen bisherigen Erörterungen habe ich vor allem die untere Extremität im Auge gehabt, weil es bei ihr, gerade wegen der später notwendigen Belastung in erster Linie darauf ankommt, daß der Stumpf wohlgebildet und unempfindlich wird. Damit ist nun durchaus nicht gesagt, daß man an der oberen Extremität amputieren darf, wie und wo man will. Richtig ist wohl, daß z. B. an der oberen Extremität der einzeitige Zirkelschnitt, bzw. die lineare Amputation für die spätere Funktion des Stumpfes gewiß nicht die Rolle spielt, wie bei der unteren Extremität. Richtig ist ferner, daß an der oberen Extremität, namentlich am Oberarm, die Haut, und besonders die Weichteile so gut verschieblich sind, daß bei einigermaßen richtiger Ausführung der Amputation mit dem einzeitigen Zirkelschnitt (Hochziehen der Weichteile in proximaler Richtung vor Ausführung des Schnittes) es so gut wie immer gelingt, die Wundfläche des Stumpfes mit Weichteilen hinreichend zu decken. Aber das sind an der oberen Extremität wohl nur die geringsten Sorgen, die uns dabei bei der Amputation erwachsen. Gerade an der oberen Extremität, zu deren Amputation wir uns ja am allerschwersten entschließen, muß, wenn die Operation schon nicht umgangen werden kann, dafür gesorgt werden, daß die nachträgliche Funktion eine möglichst gute wird. Was irgend an Stumpflänge gewonnen werden kann, muß daher gewonnen werden. Dabei muß auch für die Erhaltung der Muskulatur gesorgt werden, weil sie es ist, welche die spätere Prothese bewegen oder doch wenigstens bewegen helfen soll. Ist es doch SAUERBRUCH gelungen unter Anwendung des Prinzipes von VANGHETTI, die Ober- und Vorderarmstümpfe so zu gestalten, daß die Kraft der erhaltenen und durch Übung gestärkten Muskelgruppen dazu verwendet werden kann, die künftige Prothese aktiv zu bewegen. Ich brauche auf die genauere Technik der Gestaltung solcher Amputationsstümpfe nicht näher einzugehen, zumal SAUERBRUCH das Verfahren und die damit erzielten vorzüglichen Erfolge in mehreren Arbeiten sehr gründlich erörtert hat.

Am Vorderarm kommt noch ein Verfahren ganz besonders in Betracht, das dem Patienten überhaupt jedwede Prothese zu ersparen imstande ist, das ist die geniale Methode KRUKENBERGS, durch welche es gelingt, nach Spaltung des Vorderarmstumpfes in seiner Mitte, also unter Trennung von Ulna und Radius mit ihren Muskelgruppen voneinander, und nachträglicher Hautbekleidung der beiden Knochen-



muskelstümpfe, den Vorderarm als eine Art Krepsschere mit normaler taktiler Empfindung direkt gebrauchsfähig zu machen. Auch dieses Verfahren kann hier nicht in seinen Einzelheiten beschrieben werden, sondern ist im Originale nachzulesen; aber wer sich die Erfolge, die KRUKENBERG mit seiner Methode erzielt hat, auf der Kriegschirurgentagung in Brüssel 1918 ansehen konnte, der mußte unbedingt ein warmer und begeisterter Anhänger dieser Art der Vorderarmamputation werden. Die Resultate der durchaus nicht schwierigen Operation sind auch bereits in den Händen anderer Chirurgen sehr gute geworden. Auch ich habe die allerbesten Erfahrungen damit gemacht. Halbwegs intelligente Patienten lernen ihren krepsscherenartigen Stumpf so schnell und so gut gebrauchen, daß sie sogar ganz feine Verrichtungen damit auszuführen imstande sind. Intelligenz setzt übrigens auch beim Sauerbruchstumpf der Erfolg voraus. Jedenfalls sind diese neuen Verfahren von so ausschlaggebender Bedeutung, daß bei der Amputation auch im Felde auf diese nachträglich noch mögliche Umgestaltung des Stumpfes größte Rücksicht genommen werden muß.

## 2. Technik der Exartikulationen.

Über die Technik der Exartikulationen ist nicht viel zu sagen. Die Voraussetzungen, unter denen wir sie bei Kriegsverletzten auszuführen haben, sind dieselben wie bei den Amputationen, und alles, was dort über die Anästhesie, Blutspargung usw. gesagt wurde, gilt in gleicher Weise auch für die Exartikulationen. Die blutsparenden Maßnahmen kommen in noch erhöhtem Maße bei jenen Exartikulationen in Frage, welche sich erfahrungsgemäß besonders blutreich gestalten, also vor allem bei der Hüftexartikulation und bei der Schulterexartikulation. Wenn die bei den hohen Amputationen von Oberschenkel und Oberarm besprochenen Methoden der Blutleere hier nicht ganz sicher sind, so empfiehlt es sich, die großen Gefäße vorerst aufzusuchen, und erst nach ihrer sorgfältigen Ligierung die Exartikulation auszuführen. Die doch meist sehr elenden Kranken, denen wir einen solchen Eingriff zumuten müssen, vertragen größere Blutverluste ganz schlecht, es ist also größte Vorsicht am Platze.

Wenn man von der Schulter- und Hüftenukleation absieht, die beide leider im verfloßenen Kriege in einer großen Zahl ausgeführt werden mußten, wenn man ferner die häufigen Eukleationen von Fingern und Zehen, wie sie nicht nur durch Verletzungen, sondern vor allem durch Erfrierungen häufig indiziert waren und etwa auch noch die nicht selten notwendig gewordene Handenukleation unberücksichtigt läßt, Eingriffe, die sich doch in nichts von den gleichen Eingriffen, wie sie gelegentlich auch im Frieden ausgeführt werden müssen, unterscheiden, so sind es vor allem zwei Eukleationen, die während des Krieges in einem sehr großen Prozentsatz der Fälle vorgenommen wurden, nämlich die Eukleation nach LISFRANC und die nach CHOPART. Gerade Erfrierungen waren es, wenigstens soweit ich es überblicken kann, häufiger als Verletzungen, welche diese Operationen indizierten. Ich habe eine Unzahl solcher Operationen in ihrem Effekt gesehen, weil gerade an dem Frontabschnitt, in dem sich meine Tätigkeit vorwiegend abspielte (Südtirol, Dolomiten) schwere und schwerste Erfrierungen ganz besonders häufig waren. Übrigens haben wir gleich zu Beginn des Krieges auch von der russischen Front so viele Erfrierungen bekommen, daß ganze Spitäler in Innsbruck nahezu ausnahmslos mit derartigen Kranken belegt waren. Es ist ja bekannt, daß sich gerade bei Erfrierungen, wenn man zuwarten kann, und meistens ist das möglich, sehr viel von dem wieder erholt, was auf den ersten Anblick schon verloren scheint. So habe ich es doch außerordentlich häufig erlebt, daß bei Erfrierungen, die mit ganz zyanotischen, eiskalten, überempfindlichen Unterschenkeln

eingeliefert wurden, sich so weitgehende Besserungen einstellten, daß man mit einem Lisfranc oder Chopart das Auslangen fand.

Über diese beiden Operationen gingen nun sehr bald die Meinungen weit auseinander. Während eine Reihe von Operateuren damit sehr zufrieden war, sprachen sich andere weniger lobend oder sogar absprechend aus. In der Tat konnte man bald Leute sehen, die mit gut geheilten Chopart- bzw. Lisfrancstümpfen ausgezeichnet gehen konnten, während bei anderen entweder die Wunden nicht heilen wollten, oder aber trotz geheilter Wunden die Gehfähigkeit keine gute war. Die Gründe für diese Verschiedenheit der Resultate waren recht offensichtliche. Zunächst heilten bei einer Anzahl der in Frage kommenden Stümpfe die Wunden einfach deshalb nicht, weil die Lappen zu kurz waren. So selbstverständlich dies erscheinen mag, nach meiner Erfahrung muß es doch noch einmal ausdrücklich betont werden, daß zu einem guten Stumpf nach Lisfranc bzw. Chopart natürlich vor allem eine gute und ausreichende Hautbedeckung gehört. Kann man sie, wie das gerade bei Erfrierungen vorkommt, nicht gewinnen, dann darf man eben die Eukleation nicht mehr machen, sondern muß zum Pirogoff seine Zuflucht nehmen, mit dem die Leute ausgezeichnet gehen, und zwar nach meiner Erfahrung ganz gleichgültig, ob derselbe in seiner ursprünglichen Form oder nach einer der geläufigen Modifikationen (die am häufigsten angewendete ist wohl die nach GÜNTHER) ausgeführt wird. Wenn im postoperativen Verlaufe eines Lisfranc oder Chopart die Heilung selbst nur unter leichter Dehiscenz der Nahtlinie sich vollzieht, genügt das zumeist, daß der Stumpf den an ihn zu stellenden Anforderungen nicht mehr ganz gerecht werden kann, weil sich an der Stelle der Dehiscenz nur eine ungenügende, leicht abschilfbare Haut entwickelt, die außerordentlich leicht verletzt wird. Eine zweite Ursache der schlechten Funktion der in Rede stehenden Stümpfe liegt häufig in der, namentlich bei nicht genügend sorgsamer Nachbehandlung (Stumpfbewegung) auftretenden, und nicht oder nur mehr schwer bekämpfbaren Spitzfußstellung. Ich habe, um dieselbe sicher zu vermeiden, der Eukleation die subkutane Tenotomie der Achillessehne hinzugefügt, was auch von anderen Operateuren mit gleich gutem Erfolge gemacht wurde. Nimmt man aber auf diese eben besprochenen Dinge Rücksicht, dann sind die Eukleationsstümpfe nach Lisfranc und Chopart ganz ausgezeichnet, die Gehfähigkeit der damit Behafteten ist eine vorzügliche.

Von den Eukleationen im Sprung-, Knie- und Ellbogengelenk habe ich wohl gleich anderen Kollegen nur vereinzelte Fälle gesehen, selbst nicht eine einzige ausgeführt. Es liegt das so ziemlich in der Natur der Sache. Wenn auch die Eukleationsstümpfe wegen ihrer guten Belastungsfähigkeit gewisse Vorteile haben, so eignen sich Eukleationen namentlich dann gar nicht, wenn wir, wie das bei den Kriegsverletzungen so häufig der Fall war, in nicht ganz infektionsfreiem Gebiete die Eukleation ausführen. Daß wir bei einem schwer infizierten Gelenke nicht eukleieren und einen Teil dieses Gelenkes auf diese Weise zurücklassen werden, ist wohl selbstverständlich. Aber auch bei leichten Infekten des Gelenkes ist, wie gesagt, die Eukleation schon deshalb nicht zu empfehlen, weil es vom zurückgelassenen Gelenkteile aus dann zu einer langwierigen Sekretion zu kommen pflegt. Ein weiterer Grund, warum Eukleationen der in Rede stehenden Gelenke im verflochtenen Kriege nicht häufig vorgenommen wurden, liegt offenbar darin, daß man schon sehr frühzeitig den großen Wert selbst kleiner unterhalb eines Gelenkes zurückbleibender Stümpfe erkannt hat, und deshalb lieber eine ganz hohe Amputation als eine Eukleation ausgeführt hat. Daß an Stelle der Symeschen Eukleatio pedis zumeist der bessere Resultate gebende Pirogoff ausgeführt wurde, geht schon daraus hervor, daß mir nicht eine Symesche Operation zu Gesicht gekommen ist, wiewohl die Operation gewiß dann in Frage kommt, wenn der Fersenhöcker verlorengegangen oder aber nicht erhaltbar ist.

### 3. Technik der Gelenkresektionen.

Die Technik der Gelenkresektionen im Kriege kann sich naturgemäß in nichts von der bei den gleichartigen Friedensoperationen unterscheiden. Wie man sich betreffs der Indikationsstellung bei der Resektion verletzter und nahezu ausnahmslos infizierter Gelenke zu verhalten hat, ist, ich möchte sagen, glücklicherweise nicht meine Aufgabe, zu besprechen, doch kann ich es nicht unterdrücken, daß ich ein Gegner der Resektion verletzter, infizierter Gelenke im akuten Stadium der Infektion bin, wenn man unter Resektion das versteht, was damit gesagt ist. Mit dem Begriff der Gelenkresektion wurde im Kriege gewiß nicht weniger Unfug getrieben, wie mit dem Begriff der Gasphegmone. Als Resektion wurde schließlich schon jeder Eingriff an einem Gelenke bezeichnet, wenn das letztere operativ eröffnet und ein oder mehrere lose in demselben liegende Knochenknorpelstücke entfernt worden waren, wenn es sich also um einen Eingriff handelte, den man in Friedenszeiten mit dem Ausdrucke der Wundtoilette bezeichnete. Damit, daß man bei einem verletzten, infizierten Gelenke rechtzeitig die in demselben mehr oder minder lose liegenden abgesprengten Stücke entfernt, bin ich natürlich ganz einverstanden, und habe selbst, namentlich bei Verletzungen des Schultergelenkes und gelegentlich auch bei solchen des Ellbogens sehr radikal eröffnet und eine derartige Wundtoilette vorgenommen, weil allein auf diese Weise die natürlichen Bedingungen zu einer erfolgreichen Weiterbehandlung und Heilung gewonnen werden können. Wogegen ich mich aber immer gewehrt habe, das ist die richtige Gelenkresektion eines verletzten, infizierten Gelenkes, wie sie in der Tat so häufig am Kniegelenk ausgeführt worden ist. Ich muß da um Entschuldigung bitten, wenn ich in dieser Frage ganz einseitig meinen Standpunkt vertrete, aber ich habe eben auch Gelegenheit genug gehabt, die Resultate solcher, von anderer Seite ausgeführter Resektionen zu sehen. Und gerade dadurch hat mein Standpunkt, der zunächst durch rein pathologisch-anatomische Überlegungen diktiert war, sehr wesentliche Unterstützung gewonnen. Frägt man sich nämlich, was geschieht, wenn man bei einem infizierten Gelenk wirklich reseziert, also die Gelenkkapsel und die das Gelenk bildenden überknorpelten Gelenkenden wegnimmt, so ist es doch klar, daß die frisch gesetzte Knochenwundfläche mit dem infektiösen Material in Berührung kommt, also ebenfalls infiziert wird. Bedenkt man, wie sehr wir sonst doch jede Art von Knocheninfektion fürchten, wie sehr wir sie mit allen Mitteln zu vermeiden suchen, dann hat wohl die Gelenkresektion bei infizierten Gelenken etwas absolut Unlogisches, unseren Auffassungen von der Knochenpathologie ganz Widersprechendes an sich. Deshalb habe ich mich nie dazu entschließen können. Es wird ja hoffentlich bekannt werden, in welchem Prozentsatz der Fälle solchen Resektionen schwere Knocheninfektionen gefolgt, wie viele Fälle dieser Infektion erlegen sind und wie viele etwa durch nachträgliche Amputation noch gerettet werden konnten. Eines kann ich aus eigener Anschauung wohl berichten. In die von mir geleiteten Anstalten wurden eine ganze Reihe auswärts resezierter Fälle aufgenommen. Von diesen mußte der weitaus größte Teil später noch der Amputation unterzogen werden. Eine Anzahl von Fällen aber kam auch in sozusagen geheiltem Zustande, d. h. mit verheilter Resektionswunde in meine Beobachtung. Es waren fast ausschließlich Kniegelenke. In allen Fällen handelte es sich um Wackelknie, von einer Konsolidation konnte in keinem Falle die Rede sein. Die Patienten waren mit ihrem Zustande wohl nichts weniger als zufrieden. Viele wünschten sogar die nachträgliche Amputation, schon deshalb, weil sie sahen, wie viel besser ihre amputierten Leidensgefährten mit brauchbaren Prothesen daran waren. Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, daß ich die Arthrectomia ossalis, wie sie z. B. an Hand und Fuß gelegentlich auch während akuter Infektion zur Schaffung günstiger Abflußbedingungen ausgeführt werden muß, nicht zu den Resektionen zähle, zu denen sie auch, strenge genommen, überhaupt nicht gerechnet werden soll.



Eine einzige Ausnahme von meinem Prinzip habe ich gemacht und zwar bei Verletzungen des knöchernen Beckens, namentlich, wenn es sich um Verletzungen der knöchernen Beckenschaufel gehandelt hat. Wenn es sich auch dabei um keine Gelenkresektion handelt, die hier in Frage kommt, so werden doch, wenn die Beckenschaufel verletzt und infiziert ist, im Falle ihrer Resektion Knochenpartien verwundet, die bis dahin frei von Infektion gewesen sind. Und insofern widerspreche ich dem früher Gesagten. Aber ein Unterschied zwischen den Resektionen im Bereiche des knöchernen Beckenringes und den Gelenkresektionen besteht meiner Meinung nach doch, und gerade diesen Unterschied halte ich für das Ausschlaggebende. Bei infizierten Gelenken stehen uns doch auch andere als die Resektionsmethoden zur Verfügung, mit denen wir die Infektion bekämpfen können, und das ultimum refugium, wenn selbst die breite Aufklappung des Gelenkes nichts mehr nützt, bleibt eben die Amputation. Bei den Beckenverletzungen hingegen können wir nicht etwa auf die Exarticulatio interileo-abdominalis als letzte Möglichkeit, zu helfen, warten, und andererseits werden gleich mir wohl alle Chirurgen erfahren haben, wie langwierig und gefährlich Eiterungen werden können, die von Verletzungen des Beckenringes ausgehen. In solchen Fällen habe ich, und zwar ausnahmslos mit bestem Erfolge, die partielle Beckenresektion ausschließlich aus dem Grunde ausgeführt, um den meist verborgen liegenden Eiterherd so weit freizulegen, daß er mit Aussicht auf Erfolg behandelt werden konnte. Namentlich an der Beckenschaufel gelang es dabei, zumeist den Herd gleich selbst zu entfernen. Die Beckenschaufel läßt sich sowohl an ihrer Innen- wie Außenseite sehr gut von ihren Weichteilen ohne allzu große Blutung befreien und kann dann mit Hammer und Meißel, oder aber, was ich vorgezogen habe, mit der Kreissäge angegangen werden.

Ich bin überzeugt, daß ich die Anhänger der Gelenkresektion nicht zu meiner Auffassung bekehren werde, aber ich kann andererseits meine Ansicht nicht verleugnen, und deshalb mußte ich hier den ablehnenden Standpunkt einnehmen.

Zum Schlusse noch ein Wort! Eine eigene Technik der Amputationen, Exartikulationen und Resektionen für die Chirurgie des Krieges gibt es nicht. Die Technik ist und bleibt eben die chirurgische, im Frieden erprobte. Sie muß nur den jeweiligen Verhältnissen, unter denen der einzelne im Kriege zu arbeiten gezwungen ist, angepaßt werden.

#### Literatur.

- ALBRECHT, Zur Technik und Indikation der Amputation im Felde. Wien. Klin. W. 1916 S. 155.  
 BALLNER, JOSEF, Über die Tragfähigkeit des Amputationsstumpfes. Wien. Klin. W. 1915 S. 285.  
 BARACZ, Zur Technik der Oberschenkelamputationen in der Kriegschirurgie. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 22 S. 474.  
 BÄHR, Flexionsstellung der hohen Unterschenkelstümpfe. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 1 S. 4.  
 BERTELSMANN, Exstirpation abgestorbener Muskeln bei Amputationen. Zeitschr. f. Chir. 1916 Nr. 18.  
 BORCHERS, 2. Kriegschirurgetag, Berlin 1916. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 9 S. 431.  
 — Zur Mobilisierung der Muskelenden bei Bildung Sauerbruchscher Amputationsstümpfe. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 52 S. 1097.  
 BRUNN, VON, Zur Kriegschirurgie der Gliedmaßen. D. Med. W. 1915 S. 1070.  
 BURCKHARDT und LANDOIS, Erfahrungen über die Behandlung infizierter Gelenke im Kriege. Beitr. z. klin. Chir. 1916 Bd. 98 S. 358.  
 DANIELSEN, Kriegschirurgische Erfahrungen an der Front. M. Med. W. 1914 Nr. 47.  
 EISELSBERG, VON, Nachwort zur vorliegenden Arbeit des Regimentsarztes Dr. J. BALLNER. Wien. Klin. W. 1915 S. 285.  
 ENGELMANN, H., Amputationen an den unteren Gliedmaßen. K. k. Ges. d. Ärzte zu Wien. Sitzung 19. 2. 15.  
 ERLACHER, Entfernung des Fibularestes und hohe Resektion des Nervus peroneus bei kurzen Unterschenkelstümpfen. Wien. Klin. W. 1917 S. 12.  
 EWALD, PAUL, Amputation und Tragfähigkeit des Stumpfes. M. Med. W. 1916 Nr. 31 S. 772.  
 FLÖRCKEN, H., Unsere operative Tätigkeit im Feldlazarett. M. Med. W. 1915 Nr. 7 S. 241 (Feldärztl. Beil.).  
 — Ebenda S. 242.

- FRANKE, Zur Behandlung der kegelförmigen, ungedeckten Amputationsstümpfe, namentlich des Oberschenkels. M. Med. W. 1915 Nr. 52 S. 1791 (Feldärztl. Beil.).
- IV. Internationaler Chirurgenkongreß Neuyork (13.—16. April 1914).
- FELIX, Die osteoplastische epiphysäre Amputatio tibiae sub geni. D. Zeitschr. f. Chir. 1916 Bd. 138 S. 35.
- FRISCH, Über Amputationstechnik. Wien. Klin. W. 1916 S. 153.
- GEIGES, FRITZ, Die Behandlung der infizierten Schußverletzungen großer Gelenke. M. Med. W. 1917 Nr. 9 (Feldärztl. Beil.).
- GOLIANIZKY J., Zur Frage der vorangehenden Unterbindung der Gefäße bei Exartikulation im Hüftgelenk. Arch. f. klin. Chir. 1914 Bd. 103 H. 2.
- GURADZE, F., Über Amputationsstumpf und Prothese. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 37.
- HABERER, Zur Behandlung und Beurteilung infizierter Gelenk- und Knochenschüsse. Med. Klin. 1915 Nr. 5.
- HAHN, Gelenkschüsse und ihre Behandlung. Beitr. z. klin. Chir. 1917 Bd. 105 S. 141.
- HANS, Stumpfrettung unserer Amputierten. M. Med. W. 1917 Nr. 50 S. 1739 (Feldärztl. Beil.).
- HARTMANN, Die Wundbehandlung und Verbandtechnik in einem Kriegslazarett, mit besonderer Berücksichtigung der durch Granatsplitter infizierten großen Gelenke. Beitr. z. klin. Chir. 1917 Bd. 107 S. 202.
- HEIDENHAIN, Blutersparung bei Amputationen. M. Med. W. 1915 Nr. 49 S. 1706 (Feldärztl. Beil.).
- HOFSTÄTTER, Beiträge zur Amputations- und Prothesenfrage für die untere Extremität. Arch. f. klin. Chir. 1917 Bd. 108 S. 151.
- Über die Ausschälung des Fibulaköpfchens bei der hohen Unterschenkelamputation. Wien. Klin. W. 1916 S. 1106.
- HOHMANN, Operative Verbesserungen der Gebrauchsfähigkeit der Stümpfe. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 37.
- Über pathologische Amputationsstümpfe. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 20 S. 338.
- HUCHINGS, DETROIT, IV. Internationaler Chirurgenkongreß Neuyork (13.—16. April 1914).
- JANSSEN, Kriegschirurgisches über den Amputationsstumpf. M. Med. W. 1915 Nr. 44 S. 1509 (Feldärztl. Beil.).
- KAehler, Felderfahrung bei 80 Gelenkschüssen. Med. Klin. 1916 Nr. 3.
- KAUSCH, Über Amputationen. 2. Kriegschirurgen tag, Berlin 1916. Zbl. f. Chir. 1916 S. 431.
- KLAPP, Wahl der Amputationsmethode bei trockenem Brand der Ferse und des Vorderfußes (Amputatio pedis mediotarsae). Zbl. f. Chir. 1917 S. 177.
- KOCHER, THEODOR, Eindrücke aus deutschen Kriegslazaretten. Korr.-Bl. f. Schweizer Ärzte 1915 Nr. 15.
- KÖRTE, Zur Behandlung der infizierten Knochen- und Gelenkschüsse. Berl. Klin. W. 1916 S. 30.
- KRUKENBERG, Über plastische Umwertung von Armamputationsstümpfen. Stuttgart 1917, Ferd. Enke, Vlg.
- Eine neue osteoplastische Amputationsmethode des Oberschenkels. Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 26 S. 578.
- LEVY, Die Ausführung der osteoplastischen Amputatio supramalleolaris im Kriege. Zbl. f. Chir. 1914 Nr. 41.
- LINSMAHN, Ergebnisse und Richtlinien bei Gelenksverletzungen im jetzigen Kriege. Bruns Beitr. 1917 Bd. 107, Kriegschir. H. 41, S. 49.
- LONHARD, Zur Amputationstechnik. D. militärärztl. Zeitschr. 1915 H. 5/6.
- LUDLOFF, Über Amputationen. 2. Kriegschirurgen tag, Berlin 1916. Zbl. f. Chir. 1916 S. 431.
- Beitr. z. klin. Chir. 1916 Bd. 101 S. 123.
- MATTI, Zur Amputationstechnik bei Kriegsverletzten. M. Med. W. 1915 Nr. 26 S. 896 (Feldärztl. Beil.).
- MERCKLE, Über Amputationstechnik im Felde. M. Med. W. 1914 S. 2296 (Feldärztl. Beil.).
- MEYBURG, Über Amputationsstümpfe. M. Med. W. 1917 Nr. 13 (Feldärztl. Beil.).
- Über Amputationsstümpfe. Ebenda.
- OEHLECKER, Ärztlicher Verein Hamburg, Sitzg. 1. 6. 15. Berl. Klin. W. 1915 S. 758.
- Die Verwendung des Fersenbeines und der Kniescheibe zur sekundären Stumpfbedeckung nach Amputationen wegen Eiterungen. Zbl. f. Chir. 1915 S. 475.
- Bildung kolbiger Unterschenkelstümpfe zur Befestigung kurzer Prothesen ohne Oberschenkelteil. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 15.
- ORTH, Bemerkungen zur Arbeit HOFSTÄTTERS: Beiträge zur Amputations- und Prothesenfrage für die untere Extremität. Arch. f. klin. Chir. 1917 Bd. 108 S. 511.
- PAYR, Absetzung und Auslösung von Arm und Bein mit Rücksicht auf die Folgen. Beitr. z. klin. Chir. 1916 Bd. 101 S. 123. Verh. d. 2. Kriegschirurgen tagung zu Berlin.
- Absetzung von Arm und Bein in Rücksicht auf die Folgen. M. Med. W. 1916 Nr. 24 S. 873, a. Kriegschirurgen tagung, Berlin (Feldärztl. Beil.).
- PHILIPOWICZ, Ein Wort für die Resektion bei Gelenkschüssen. Wien. Klin. W. 1916 S. 1104.
- POHL, Weichteilextension bei Oberschenkelamputationen. D. Zeitschr. f. Chir 1918 Bd. 144 S. 154.
- PROPPING, Über Amputationen. Mittelrhein. Chirurgen tag, 8. u. 9. 1. 16. Zbl. f. Chir. 1916 S. 170.
- REHN, Amputationen. Beitr. z. klin. Chir. 1916 Bd. 98 H. 5, Kriegschir. H. 14.
- RIEDEL, Welche Gesichtspunkte sind bei der Amputation und Exartikulation in bezug auf die spätere Prothese zu berücksichtigen? Berl. Klin. W. 1915 S. 674.
- Die Erhaltung der Vena femoralis bis zur Auslösung des Schenkelkopfes bei der Exarticulatio femoris nach ROSE. Arch. f. klin. Chir. 1914 Bd. 105 S. 826.
- ROITH, Ein Beitrag zur Amputation innerhalb des erkrankten Gewebes. M. Med. W. 1917 Nr. 37 S. 1222 (Feldärztl. Beil.).

- RYDIGIER, Ein neues Hauttransplantationsverfahren beim vorstehenden Knochenstumpf nach sog. linearer Oberschenkelamputation anstatt der Reamputation. Zbl. f. Chir. 1916 S. 161.
- SAUERBRUCH, Die willkürlich bewegbare, künstliche Hand. Berlin. Jul. Springer. 1916.
- SEEFISCH, Grundsätzliches zur Frage der Amputation im Felde und der Nachbehandlung Amputierter. D. Med. W. 1916 S. 446.
- 2. Kriegschirurzentagung, Berlin 1916. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 9 S. 431.
- SEIDEL, Die Schußverletzungen der oberen Extremität mit besonderer Berücksichtigung der Schußfrakturen. Erg. d. Chir. u. Orth. 1916 Bd. 10 S. 802.
- SEEMANN, Zur Nachbehandlung der Amputationsstümpfe. Wien. Klin. W. 1915 S. 342.
- SONNTAG, Erfahrungen im Feldlazarett. M. Med. W. 1915 Nr. 41 S. 1408 (Feldärztl. Beil.).
- SULTAN, Die Bolzungsresektion des Kniegelenkes. Zeitschr. f. Chir. 1916 Nr. 31.
- STEINTHAL, IV. Internationaler Chirurgenkongreß Neuyork (13.—16. April 1914).
- STERN, Einige Bemerkungen zu Amputationen bei Schußverletzungen der Trochantergegend des Oberschenkels und eine empfehlenswerte Art des Verbandes. Med. Klin. 1917 S. 213.
- SCHENKER, Eine einfache Methode der Umbildung der Armamputationsstümpfe für die durch Muskelkrafttunnels bewegte Prothese. M. Med. W. 1918 Nr. 27 S. 732.
- SCHLOFFER, Zur Behandlung eiternder Knieschüsse. Med. Klin. 1915 Nr. 14.
- THÖLE, Schußverletzungen des Kniegelenkes. Bruns Beitr. 1918 Bd. 112 H. 1.
- WILMS, Verhinderung des Nervenschmerzes nach Amputationen. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 13 S. 213.
- WULLSTEIN, Neues und Interessantes aus der Amputations- und Prothesenlehre. Vereinigung nieder-rhein.-westfäl. Chirurgen, 22. 8. 16. Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 46 S. 917.
- ZUCKERKANDL, VON, Über Amputationen im Kriege. Wien. Klin. W. 1917 S. 649.
-



# XIII. Die Verwendung der freien Transplantationen und der plastischen Operationen in der Kriegschirurgie.

Von Dr. ERICH LEXER in Freiburg i. Br.

o. Professor der Chirurgie, Geheimer Medizinalrat.

Im Kriege Marine-Generaloberarzt und Beratender Chirurg des Marinekorps.

Mit 84 Abbildungen\*) im Text.

Die plastischen Operationen sind bisher noch niemals auf ihre Leistungsfähigkeit bei Kriegsverletzungen betrachtet worden. Dies erscheint aber um so mehr geboten, als ihre Entwicklung im letzten Jahrzehnt vor dem Kriege gerade in Deutschland einen mächtigen Aufschwung genommen hatte dank der wissenschaftlichen und praktischen Ausarbeitung der freien Gewebsverpflanzungen. Denn erst in Verbindung mit diesen hat die Plastik auf allen Gebieten ungeahnte Erfolge erzielt. Seit unsere Altmeister der Chirurgie als chirurgische Frucht des Krieges 1870/71 die REVERDINSche Erfindung der Epidermisverpflanzung mit nach Hause gebracht, ist unentwegt auf dem Gebiete der freien Transplantation gearbeitet worden, so daß vor dem Weltkriege die Verwendbarkeit der einzelnen Gewebsarten experimentell und klinisch festgelegt war, und auch die für die klinische Entwicklung schwerste Zeit des Erkennens zu weit gesteckter Ziele und Hoffnungen längst als überwunden gelten konnte. So war die deutsche Chirurgie wohlgerüstet auch auf dem Gebiete der Wiederherstellungsoperationen, die fast alle der plastischen Chirurgie zufallen. Und so unerhört auch die Fülle, die Schwere und die Mannigfaltigkeit der Kriegsverletzungen waren, so unerwartet waren auch die Erfolge, welche die praktische Chirurgie unter zielbewußter Verwendung des Errungenen zur Wiederherstellung der Dienst- oder Arbeitsfähigkeit durch plastische Operationen zuwege gebracht hat. Ich habe dieses Gebiet, welches im wesentlichen zur Wiedererlangung der Funktion und äußeren Form sich mit dem Ersatz von Gewebsdefekten aller Art, mit der Beseitigung von funktionsstörenden Verwachsungen und im Gesicht mit beiden, mit Defekten und narbigen Verzerrungen, zu befassen hat, kurz die Wiederherstellungschirurgie genannt.

Bei der Größe dieses Gebietes und bei dem unvermeidbaren Übergreifen seiner Darstellung in bereits geschilderte Verletzungsformen und ihre Behandlung ergibt sich am besten ein Überblick nach der Art und nach den Grundtypen der in Anwendung gebrachten plastischen Operationen. Daß ich in der Hauptsache eigene Erfahrungen zugrunde lege, darf ich damit begründen, daß gerade dieses Gebiet schon zwei Jahrzehnte vor dem Kriege zu meinen Lieblingsaufgaben gehörte und ich sowohl im Felde wie in der Heimat während des Krieges mich fast ausschließlich dieser schwierigen, aber ungemein lohnenden und befriedigenden Arbeit der Wiederherstellungschirurgie gewidmet habe.

---

\*) Die Abbildungen 376, 377, 379, 380, 384—429, 434, 435, 441—457 sind aus LEXER, Wiederherstellungschirurgie 1920, einige aus LEXER, Die freien Transplantationen, entnommen.

## 1. Freie Transplantationen.

### A. Epidermistransplantation.

Längst ist die Epidermistransplantation auf Grund der Arbeiten von THIERSCH zu einem bei richtiger Technik und Indikation sicheren Verfahren für jeden ausgebildeten Chirurgen geworden. Ihr Nachteil besteht darin, daß der Untergrund um so mehr der Schrumpfung anheimfällt, je weicher er ist und je mehr Granulationsmassen sich zwischen der neuen Epidermisdecke und dem Wundboden entwickeln. Man erzielt daher nur glatte, nicht gerunzelte Epidermisbekleidungen im Bereiche des Schädeldaches, niemals dagegen im Gesicht, besonders nicht an den Lidern oder am Hals, ferner niemals, wenn man die Transplantationen unmittelbar auf Granulationen ausführt. Man muß deshalb die granulierende Wunde gründlich bis in gesundes Gewebe hinein anfrischen. Daß die Granulationen gesund aussehen müssen, bevor man sie zur Transplantation anfrischt, ist selbstverständlich. Für schwer sich überhäutende, breite und starke Vernarbungen ist eine dauernde Anheilung



Abb. 374. Epidermistransplantation eines sekundären Defektes am Schädeldach mit einem einzigen Epidermislappe nach  $\frac{1}{2}$  Jahr.

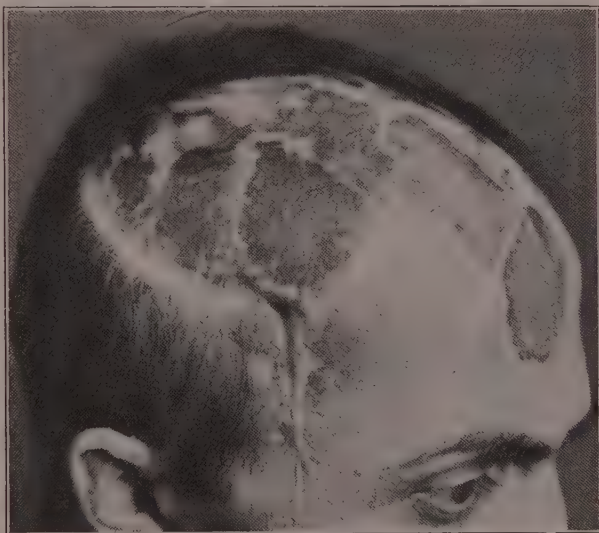


Abb. 375. Epidermistransplantation eines sekundären Defektes am Schädeldach bei Verwendung mehrerer Lappchen nach  $\frac{1}{2}$  Jahr.

nur zu erwarten, wenn man die ganze Narbenmasse auch aus der Tiefe gründlich entfernen konnte. Denn Epidermislappe, welche nach oberflächlicher Entfernung der Granulationen auf vernarbten Untergrund verpflanzt worden sind, lösen sich später selbst nach guter Anheilung wieder ab, ähnlich wie sie am Unterschenkel nach der Übertragung auf angefrischte Beingeschwüre sofort wieder durch das beim Aufstehen zustande kommende Ödem abgelöst werden. Schon aus diesem Grunde eignen sie sich niemals zur Bedeckung von granulierenden Amputationsstümpfen. Aber auch für die Belastung ist hier die neue, zarte Decke unbrauchbar.

So ist die Epidermistransplantation im allgemeinen nach Kriegsschußverletzungen mit Vorteil nur zur Bekleidung von Wunden und sekundären Defekten am Schädeldach zu verwenden, wie letztere durch plastische Lappenbildungen entstehen. Dabei gibt ein einziger großer Lappen ein besseres Resultat als mehrere kleine (Abb. 374 u. 375). Die Einsenkung des gedeckten Defektes gleicht sich schon

nach wenigen Wochen infolge der vom frischen Wundboden ausgehenden Gewebsregeneration vollkommen aus. Ferner aber noch bei Verbrennungen aller Art, um hier möglichst rasch eine Überhäutung zu erzielen und wenigstens einigermaßen der Schrumpfung der Verbrennungsnarbe vorzubeugen.

Zwar ist auch in der Kriegliteratur empfohlen worden, das Material von anderen Menschen zu entnehmen, doch steht längst durch klinische und experimentelle Versuche (LEXER, PERTHES, SCHÖNE) fest, daß eine Homoplastik weder bei Haut- noch Epidermistransplantation gelingen kann. Die berichteten Erfolge sind nur scheinbare. Die Irrtümer erklären sich durch gelegentlich vorkommende Schorfheilungen unter den absterbenden Lappen mit Neubildung des Epithels, von erhaltenen Epithelinseln oder von dem Drüsenepithel ausgehend.

Zur Herstellung röhrenförmiger Kanäle, besonders der Harnröhre (NOVÉ-JOSSERAND), kann die Epidermistransplantation gute Erfolge geben. Man tunneliert hierzu den Penis mit einem dicken Trokart und führt in den Wundkanal einen Katheter ein, auf dem ein Epidermislappe mit der Wundseite nach außen aufgewickelt und mit Katgutfäden festgehalten ist. Aber dem von ESSER empfohlenen Verfahren, in ähnlicher Weise eine subkutane Speiseröhre zu bilden, dürfte wegen der Schrumpfungsgefahr und der Widerstandslosigkeit entzündlichen Einflüssen gegenüber kaum ein Vorzug gegenüber meinem bewährten Verfahren des Speiseröhrenersatzes eingeräumt werden (s. S. 661).

Im übrigen kann man die Epidermistransplantation zum Ersatz der Schleimhaut in der Mundhöhle, der Nasenhöhle, des Kehlkopfes und zum Ersatz der Bindehaut der Lider verwenden, wenn es auch für die Mundhöhle zweckmäßiger ist, gestielte Hautlappen in den Defekt einzulagern und zum Ersatz der Bindehaut zur Wiederherstellung derselben bei Symblepharon sich die Schleimhauttransplantation viel besser bewährt hat.

Für die Mundhöhle hat MOSZKOWICZ bei einer vollkommenen Unterkieferzertrümmerung, bei welcher der größte Teil des Mundbodens zerstört, Zunge und Kinn verletzt waren und die Zunge mit den Wangen, der Unterlippe sowie mit der Narbe der Submentalgegend verwachsen waren, zunächst von einem bogenförmigen Schnitt aus, unterhalb des Kinnes eine subkutane Höhle zwischen Zunge und Haut angelegt und diese mit Epidermislappe ausgekleidet. Später nach Ablösung der Zunge von ihren Verwachsungen wurde die subkutan ausgekleidete Höhle vom Munde her geöffnet und zum Einsetzen der Prothese benutzt.

Zur Auskleidung der Nasenhöhle verwende ich sowohl nach der Exzision von Vernarbungen wie nach dem Ersatz von Teildefekten keilförmige Korkstückchen, auf denen der Epidermislappe mit der Wundseite nach außen aufgerollt und mittels Katgutfäden festgehalten werden. ESSER verwandte zu ähnlichem Zwecke, um die Epidermis in der Nase, in der Mundhöhle oder im Bindehautsack auf die Wundfläche anzudrücken, Formen aus zahnärztlicher Abdruckmasse. Auch im Kehlkopf lassen sich Schleimhautdefekte nach Exzision von Vernarbungen von der Laryngofissurwunde aus mit Abdruckmasse oder Jodoformgaze auf der Wundfläche bis zur Anheilung angedrückt halten.

PERTHES verwandte die Epidermislappe zur Wiederherstellung des Ductus parotideus nach einer mit Speichelfistel ausgeheilten Schußverletzung, indem er mit Hilfe einer Sonde nach Ausschneiden der Fistel durch die Schleimhautmündung des Duktus einen Seidenfaden durchzog, der mit einem Epidermisläppchen umhüllt war. Es kam zur Heilung ohne Fistelbildung. Die Epidermisröhre hat die Funktion des Duktus übernommen.

## B. Hauttransplantationen.

Die Verwendung von frei verpflanzten Hautlappen hat gegenüber der Epidermistransplantation den großen Vorteil einer besseren Widerstandsfähigkeit sowohl traumatischen als entzündlichen Einflüssen gegenüber. Aber der Erfolg einer guten



Anheilung hängt noch mehr als bei jener von einer zuverlässigen Ernährung von seiten des Mutterbodens ab. Da es sich bei den Kriegsverletzungen meist um tiefergehende Vernarbungen handelt, so ist die Verwendung der freien Kutisverpflanzung nicht häufig gegeben.

Am besten eignet sie sich bei sekundären, durch gestielte Plastik entstandenen Defekten, um gleichzeitig unschöne Einsenkungen (z. B. an der Stirne nach Entnahme eines Hautknochenlappens zur Bildung einer Nase) zu beseitigen, wofür die Epidermistransplantation nicht zweckmäßig ist. In solchen Fällen gibt sie bei guter Anheilung ausgezeichnete kosmetische Erfolge und ist deshalb von mir bei der Bildung von Stirnnasen nicht selten verwandt worden.

Der Ersatz der Haut eines Lides, welches durch Verletzung vernarbt oder verlorengegangen ist, ist besser durch gestielte Plastik auszuführen, da meist der vernarbte Untergrund nicht vollständig vor der Einpflanzung entfernt werden kann, weshalb es nachträglich zur Schrumpfung mit Verzerrung des Lidrandes kommt.

An vernarbten Fingern empfiehlt es sich, vor dem Ersatz der durch Verletzung und Eiterung zerstörten Beugesehnen, nach gründlicher Herausnahme aller Narben, die freie Hautplastik zu versuchen, um der nachfolgenden Einpflanzung einer Sehne eine kräftige Hautbedeckung zu geben. Handelt es sich in solchen Fällen nur um schmale Hautdefekte, so gelingt die Anheilung ebenso wie bei kleineren Defekten in der Hohlhand ziemlich häufig. Größere Defekte dagegen sowohl der Hohlhand wie des Handrückens deckt man zweckmäßig durch einfach oder doppelt gestielte Hautlappen aus der Brust- oder Bauchwand, ebenso wie sich für die gänzliche Umhüllung eines Fingerstumpfes die gestielte Methode sicherer erweist als die ungestielte.

Im Gesicht eignet sich die freie Hautplastik am besten zum Ersatz selbst großer Wangenhautdefekte nach der Fortnahme unschöner Verbrennungsnarben. Ebenso kann die Kinnhaut bei Operation eines narbigen Unterlippenektropiums dadurch ersetzt werden. Jedenfalls ist wenigstens der Versuch am Platze, um sekundäre Defekte im Gesicht durch plastische Lappenverschiebungen oder die unbequeme Verpflanzung eines gestielten Armlappens zu umgehen.

Ein sehr breitgestielter, kurzer Hautlappen aus der Thoraxhaut dient uns zur Herstellung eines Hautschlauches, um an nicht zu erweiternden Speiseröhrenstrikturen die ganze Speiseröhre zu ersetzen, indem man das obere Ende des Hautschlauches mit dem querdurchtrennten erhaltenen Teil der Speiseröhre, das untere mit einer ausgeschalteten, nach oben verlagerten Dünndarmschlinge vereinigt. In ähnlicher Weise läßt sich der nach Schußverletzung vernarbte Halsteil der Speiseröhre durch einen breitgestielten Halshautlappen ersetzen.

Für den Ersatz von behaarten Hautdefekten ist die freie Hauttransplantation nur zweckmäßig, wenn kleinere Hautlappen gebraucht werden. Bei der Verwendung von großen Lappen tritt die stellenweise starke Atrophie der Haarbälge unschön in Erscheinung, so daß ich die Oberlippenplastik mit Herstellung eines Bartes stets gestielt vorgenommen habe. Auch der Ersatz der Augenbrauen wird besser gestielt aus der Kopfhaut vorgenommen, obgleich es mir in einigen Fällen (Abb. 376) auch gelungen ist, ganze Augenbrauen mit ungestielter Kopfhaut zu bilden. Gut ist das Verfahren bei Teildefekten der Augenbrauen und vor allem für die Wiederherstellung der Wimpern, wofür ich an den Kriegsverletzten zuerst ein neues Ver-

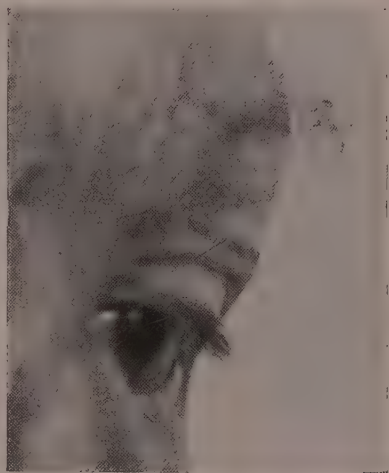


Abb. 376. Ungestielter Ersatz der Augenbraue aus der Kopfhaut,  $\frac{1}{2}$  Jahr nach der Operation.

fahren angegeben habe, ähnlich wie dies gleichzeitig an einem Falle KNAPP 1917 ausgeführt hat (Abb. 377). Zur Entnahme eignet sich am besten die Haargrenze des Nackens, wo die Haare weicher sind wie an den übrigen Teilen der Kopfhaut. Beim Ausschneiden des feinen Lappchens muß man berücksichtigen, daß die Haare schräg die Kopfhaut durchsetzen, und entsprechend schräg das Messer führen, damit man nicht zu viele Wurzeln amputiert. Hat man mit dieser schrägen Schnittführung einen 1–2 mm breiten Streifen ausgeschnitten, so wird dieser in die mit Hilfe von zwei, durch beide Hautränder hindurchgeführte Seidenfäden auseinandergehaltene Lidrandwunde eingelegt, natürlich so, daß er unter die beiden Seidenfäden zu liegen kommt, die über ihm locker geknüpft werden. Zur Nachbehandlung dient am besten die Bedeckung mit Blattsilber. Ein Teil der Haare kann ausfallen, wächst aber wieder. In der Regel muß man schon nach 3 Wochen ein regelmäßiges Beschneiden der Haare vornehmen. Leicht läßt sich das einfache Verfahren wiederholen, wenn es ganz oder teilweise mißlungen war. Es lassen sich damit die Wimpern nicht bloß an erhaltenen Lidern wiederherstellen, sondern auch an künstlich aus der Stirnhaut ersetzten.

Erwähnenswert ist ferner der erfolgreiche Versuch von MEUSEL, nach Ausschneiden einer traumatischen Harnröhrenstriktur die entstandene Wunde mit einem Hautstück aus dem inneren Vorhautblatt auszukleiden.

Nach der Exzision von schlecht heilenden Wunden und Geschwüren an der Vorderseite des Unterschenkels gelingt die Anheilung freier Hautlappen weniger häufig als die von gestielten Lappen, da die Ernährung des Gewebes unzuverlässig ist.

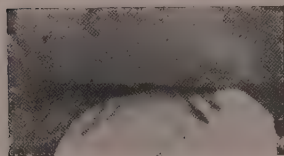


Abb. 377.

Wimpernersatz, ungestielt aus der Kopfhaut an einem durch gestielte Plastik hergestellten Oberlid. 7 Wochen nach der Verpflanzung.

Epidermislose Kutislappen (nach E. REHN) dienen mir verschiedentlich zum Ersatz von Gelenkbändern (am Knie und Ellbogen), von Sehnen und von Bauchmuskeldefekten.

### C. Die Epithelaussaat.

Die Epithelaussaat nach v. MANGOLDT hat v. HACKER benutzt, um mit ihrer Hilfe in 3 Fällen den Tränennasengang wieder zu bilden. Er zog einen Seidenfaden, in welchen Epithelbrei eingerieben war, vom Tränenpunkt bis in die Nase und entfernte den Faden nach 4 Wochen. Nach seinem Bericht hörte das Tränenträufeln auf und der Tränennasengang erhielt sich.

### D. Schleimhauttransplantation.

Auch die Schleimhautübertragung gelingt nur von demselben Menschen. Für Kriegsverletzte spielt der Ersatz der Lidbindehaut durch Schleimhaut die größte Rolle. Sie eignet sich hierzu sowohl bei erhaltenem wie bei zugrunde gegangenen Augapfel am besten und ist hier der Epidermisverpflanzung, welche durch dauernde Mazeration einen entzündlichen Reiz unterhält, weit überlegen, ebenso der Bildung von gedoppelten gestielten Hautlappen. Es kommen am Lid namentlich 2 Operationen in Frage, je nachdem das betreffende Lid erhalten oder defekt ist. Soll es in letzterem Falle durch einen gestielten Stirn- oder Wangenlappen hergestellt werden, so empfiehlt es sich, den Hautlappen vorläufig nur so weit zu umschneiden und abzulösen, als er zum Ersatz des fehlenden Lides gebraucht wird, aber noch nicht zu verpflanzen, sondern erst seine Wundflächen mit einem Schleimhautlappchen zu versehen. Erst nach dessen Anheilung wird die Plastik vollendet. Damit während der Anheilung des Schleimhautlappens der umgeklappte Hautlappen nicht schrumpft, ist es zweckmäßig, ihn durch einige Knopfnähte in der Umgebung zu befestigen und in Spannung zu halten.

Fehlt nur die Bindehaut nach Entfernung von Bindehautnarben, wie namentlich bei Symblepharon mit zerstörtem Bulbus, so wird der Schleimhautlappen auf irgend-

einen Fremdkörper, Jodoformgazebauch, Paraffinstück oder zahnärztlicher Abdruckmasse mit der Wundseite nach außen durch einige Katgutschlingen festgehalten und mit diesen in die angefrischte Augenhöhle gebracht. Einige Nähte halten darüber die Lider geschlossen. In der Regel ist nach einer Woche die Anheilung erreicht, so daß die Lider geöffnet und der Fremdkörper entfernt werden kann. Unangenehm ist manchmal, namentlich bei Entfernung von Vernarbungen, die spätere Schrumpfung, so daß man gut tut, das Glasauge möglichst bald einzusetzen, um ihr vorzubeugen. Handelt es sich um die Herstellung eines Bindehautsackes, so empfiehlt es sich, ein zum Sekretabfluß gelochtes Glasauge als Träger des Transplantates zu benutzen. Man muß nur die Schleimhautlappen breit genug über die Kante des Glasauges ausbreiten, damit trotz ihrer leicht eintretenden Verschiebung beim Einlegen die angefrischten Flächen sicher bedeckt werden.

Zur Entnahme dient am besten die Schleimhaut der Unterlippe, aus welcher man ähnlich wie bei der Epidermis mit dem Rasiermesser dünne Streifen ausschneidet. Man spannt die Unterlippe weit nach unten mit Hilfe zweier Haltefäden über den quer unter die Lippe gelegten Zeigefinger der linken Hand (Abb. 378). Die Schleimhautwunde heilt von selbst in einer Woche durch Regeneration, so daß die Entnahme aus derselben Stelle im Notfalle wiederholt werden kann. Wichtig ist nicht nur für die Einheilung des Lappchens, sondern auch für die Heilung der Entnahmestelle, daß es so dünn wie möglich gebildet wird.

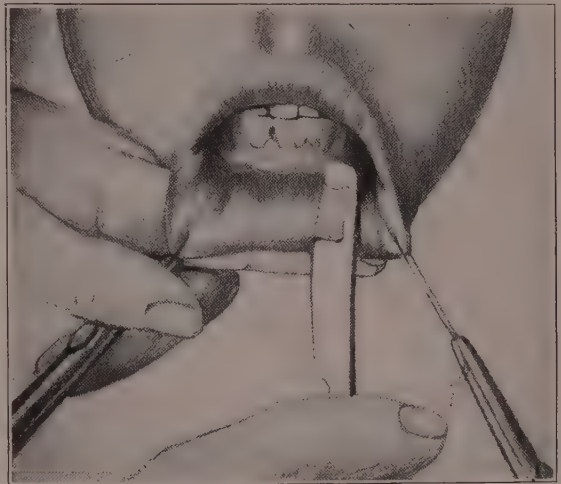


Abb. 378. Schleimhautentnahme aus der Unterlippe.

Für weitere Zwecke ist die Schleimhauttransplantation an Kriegsverletzten kaum zu gebrauchen. Zwar hat ROTHSCILD 1915 bei einer durch Schußverletzung zerstörten Harnröhre nach Exzision des Narbengewebes am Damm die von STREISSLER und mir gleichzeitig angegebene Verpflanzung des seiner Serosa beraubten Wurmfortsatzes mit anfänglich gutem klinischen Erfolge ausgeführt. Doch soll nach Bericht des Patienten nach 2½ Monaten wieder eine Verengung der Harnröhre eingetreten sein, was nach den experimentellen Feststellungen von AXHAUSEN und von mir begreiflich ist, da ROTHSCILD eine Homoplastik ausgeführt hat.

Gerade bei den Kriegsverletzten ist es nicht zweckmäßig, Harnröhrendefekte durch den Wurmfortsatz oder durch Lippenschleimhaut, die mit der Wundseite nach außen um einen Katheter gewickelt worden ist, zu ersetzen. Denn hier handelt es sich nicht um einfache traumatische Strikturen, sondern infolge der Verletzung und einer lang dauernden Eiterung oder Jauchung nach Urininfiltration um so ausgedehnte Vernarbungen in der Umgebung der Harnröhre, daß man von freien Transplantationen überhaupt absehen muß.

### E. Fettgewebstransplantation.

Die klinische Verwertung der freien Fettgewebsverpflanzung zu den verschiedensten Zwecken ist von mir seit Jahren erprobt worden, während sich mein Schüler E. REHN mit den histologischen Einheilungsvorgängen auf experimentellem Wege beschäftigt hat. Vor dem Kriege habe ich am Internationalen Kongreß Neuyork 1914 darüber berichtet. Die Methoden, die sich bis dahin in meiner Klinik bewährt hatten, sind auch in der Behandlung der Kriegsverletzten in zahlreichen Fällen zur Anwendung ge-



kommen. Neuere Anwendungsgebiete haben die Kriegsverletzten nicht geboten, doch brachten sie weitere Beweise für die erfolgreiche Verwendung der verschiedenen Verfahren.

Indem ich bezüglich der Heilungsvorgänge und der Technik des Verfahrens auf die Freien Transplantationen, Neue Deutsche Chirurgie Bd. 26a, verweise, seien hier nur in Kürze die verschiedenen klinisch wichtigen Verwendungsarten bei Kriegsverletzten aufgeführt.

Die Autoplastik ist wegen rascherer Einheilung und Regeneration zugrunde gehender Abschnitte der Homoplastik stets vorzuziehen, wenn auch klinische und experimentelle Beweise für das Gelingen der letzteren vorliegen. Zur Entnahme des subkutanen Fettgewebes kommen die hintere Seite des obersten Abschnittes des Oberschenkels und die Bauchdecken in Frage, wenn man nicht bei Gelegenheit von Operationen an anderen Körperstellen ein kräftiges subkutanes Polster oder auch ein Lipom antrifft.

#### a) Unterpolsterung eingesunkener Stellen des Gesichtsskelettes, Hebung eingefallener Gesichtsteile.

Wegen seiner weichen, polsterartigen Beschaffenheit eignet sich das Fettgewebe zu diesem Zweck nach Verletzungen des Gesichtes weitaus besser als die nicht gefahrlosen Paraffineinspritzungen, welche außerdem den großen Nachteil haben, daß sie allmählich mit Bindegewebe durchwachsen werden, der bedeckenden Haut ein knolliges, blatternartiges Aussehen verleihen und außerdem die Ernährung der Haut derart schädigen, daß sie zu plastischen Zwecken selten mehr zu verwenden ist. Häufig handelt es sich bei den Kriegsverletzten um die Korrektur tief eingezogener Narben. Man umschneidet die Narben zuerst genau und nimmt sie bis in die Tiefe fort, wobei die Hautränder der Wunde von der Unterlage so weit abgelöst werden, als die Haut unterpolstert werden muß. Damit das Fettgewebe beim Einlegen nicht gequetscht wird, werden an den Hauträndern einige Haltefäden angelegt, um sie zur Einlagerung des Fettgewebes emporheben zu können. Wo tiefe oder längliche Nischen auszufüllen sind, legt man an ihrer äußersten Bucht einen Faden durch die Haut, mit dem man sodann einen Zipfel des Fettgewebslappens in die Tiefe zieht. Nach vollkommenem Verschuß der Wunde wird der Katgutfaden entfernt. Überall wird die Hautwunde lückenlos mit feinsten Seide geschlossen.

29jähriger Unteroffizier Gr., verwundet am 19. 4. 15 durch Gewehrschuß. Tiefe Wunde der linken Wange mit Zertrümmerung des Jochbeines. Aufnahme in Jena 26. 9. 17 mit Fazialislähmung der Gesichtsäste auf der linken Seite und tiefer breiter Narbe vom Ohrläppchen über die linke Wange hinweg bis zum unteren Augenhöhlenrand (Abb. 379).

Operation 6. 10. 17. Ausschneiden der Narbe und Lösen der Defektränder und Naht.

Nach guter Heilung am 28. 11. 17 Unterpolsterung der ganzen Wange und Jochbeingegend mit einem Fettgewebslappen aus dem Oberschenkel (Abb. 380).

Die Unterpolsterung der Wange wird häufig auch nach dem Ersatz von Wangen- und Unterkieferdefekten nötig, um auch die Wangenrundung und die Gegend des Kieferwinkels normal zu formen.

Durchgehender Defekt der linken Wange.

31jähriger Grenadier Br., verwundet am 27. 2. 16 durch Querschläger. Eingeliefert am 14. 7. 16.

Vom Mundwinkel zieht eine daumenbreite Spalte durch die Wange bis in die Gegend der Mitte des Masseters. Der obere Defektrand ist wulstig, die Schleimhaut der Wange an ihm nach außen gezerrt. Der untere Defektrand ist an dem zahnlosen linken Unterkieferast vernarbt.

Operation am 18. 7. 16. Da es unmöglich ist, die vernarbte Schleimhaut des oberen Defektrandes so weit beweglich zu machen, daß sie zum Ersatz des Schleimhautdefektes genügt, wird ein pistolengriffartiger Lappen der Stirn- und Kopfhaut, gestielt über dem linken Ohr, heruntergeklappt, die Stirnhaut nach innen geschlagen, mit der Schleimhaut oben, vorne und hinten vernäht, während die behaarte Haut durch Faltung des Lappens am oberen Defektrande der Wangenhaut befestigt wird. 10 Tage später wird der Stiel durchtrennt.

Weitere 2 Wochen später wird die Umschlagstelle am unteren Defektrand durchtrennt und sowohl am Unterkiefer wie mit der Wange vereinigt.

7. 2. 17 werden, nachdem inzwischen ein künstlicher Zahnersatz angefertigt worden ist, die wulstigen Hautränder unter Glättung der Narben subkutan entfernt und durch N-förmige Inzision der nach unten verzerrte Mundwinkel nach oben verlagert.



Abb. 379. Tiefe Wangennarbe.



Abb. 380. Nach Expiration und Unterlagern von Fettgewebe.

Im Oktober 1920 stellt sich der Patient wieder vor. Die Wange ist zwischen dem Ersatzlappen und dem Ohre stark eingefallen (Abb. 381). Unterpolsterung der vom Unterkieferrand aus abgehobenen Haut mit einem fingerdicken Lappen aus einem gleichzeitig entfernten Lipom einer Dame. Gute Einheilung (Abb. 382).



Abb. 381. Eingefallene Wange, 3 Jahre nach vollendeter Wangenplastik.

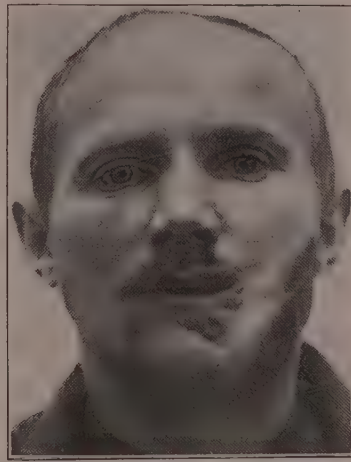


Abb. 382. Nach Unterpolsterung mit Lipomgewebe eines anderen Kranken.

Für das zurückstehende Kinn habe ich ebenfalls schon früher die Unterpolsterung mit Fettgewebe angegeben. Bei den Kriegsverletzten mit Zertrümmerung der Kinngegend ergab sich häufig ein unschön zurückfallendes Kinn, sowohl nach der Wiedervereinigung des Defektes als nach plastischen Operationen, namentlich wenn die letzteren zum Kinnersatz aus der Halshaut entnommen wurden. In solchen Fällen bewährte sich ebenfalls die Fettgewebseinlagerung, wobei gleichzeitig

unschöne Narben entfernt wurden (vgl. LEXER, Wiederherstellungschirurgie S. 253 bis 255, Fall 8 und 9).

Es ist zwar behauptet worden, daß das Fettgewebe sich nicht hielte. Ich habe aber aus der Friedenspraxis Fälle, die heute 5 und 9 Jahre zurückliegen, ohne daß eine nachträgliche Schrumpfung eingetreten wäre. Nur wenn man beim Entnehmen und Einlagern des Fettgewebes nicht vorsichtig verfährt, das Fettgewebe mit Instrumenten zerquetscht oder es in der Wunde einem zu starken Druck aussetzt, geht es in mehr oder weniger großen Abschnitten zugrunde und durchsetzt sich mit Bindegewebe, so daß es zur Schrumpfung kommt, ebenso, wenn die Wunde infiziert worden ist. Auch die Behauptung, die Heilung der Wunde über dem Fettgewebe sei wegen des aus den Stichkanälen sickernden Fettes erschwert, ist nur richtig, wenn man mit zu dicker Seide genäht hat und die Haut zu großer Spannung an den Rändern ausgesetzt wird. Die Bedeckung der genähten Wunde geschieht am besten mit Blattsilber, welches den Vorteil bietet, daß die Stichkanäle sich nicht entzünden und der Wundspalt sehr rasch epithelisiert wird.

Die Ausfüllung der Augenhöhle mit Fettgewebe wird nach Zerstörung des Bulbus oft nötig, um das tief eingefallene Oberlid zu heben.

Kleinere Fettgewebsteilchen lassen sich ferner zur Verbesserung des Erfolges bei Gesichtsplastiken verwenden, sowohl an den Lidern als an den Nasenflügeln u. a.

#### b) Zur Verhinderung von Verwachsungen

dient uns die Fettgewebstransplantation in so ausreichendem Maße, daß das Anwendungsgebiet ein sehr ausgedehntes geworden ist. Selbstverständlich muß das Transplantat mit der ganzen Umgebung verwachsen, von der es die nötige Nahrung bezieht. Aber die Verbindungen lassen sich nach der Einheilung, wo es nötig ist, leicht wieder lösen, so bei den mit Fettgewebe umlagerten Sehnen. Hier verwächst das Transplantat mit der Umgebung und läßt, nachdem durch frühzeitige Funktion die Verklebungen mit der Sehne gelöst sind, diese in seinem Innern hin und her gleiten. Der Fettgewebsmantel schließt sich gegen die Sehne sogar durch eine dünne bindegewebige Membran ab. Zwischen Gehirn und Knochen wirkt das Fettgewebe hauptsächlich durch seine weiche, polsterartige Beschaffenheit dem Wiederauftreten von festen, narbigen Verwachsungen entgegen. Zur Herstellung einer künstlichen Pseudarthrose, wo das Fettgewebe nach Entfernung von Gelenkversteifungen auf den sich gegenüber liegenden Flächen des Knochens anheilt, verändert es sich unter der Funktion durch Druck und Gleitung. Es wird zur bindegewebigen Schwiele, welche auf jeder Seite den Gelenkknorpel ersetzt und in der mittleren Schicht, die am schlechtesten ernährt ist und zystisch zerfällt, allmählich einen neuen Gelenkspalt entstehen läßt. Nur da, wo der neue Gelenküberzug weniger dem Druck ausgesetzt ist, bleibt noch Fettgewebe bestehen, entsprechend der experimentellen Feststellung von E. REHN. Damit wird das Fettgewebe auch zum geeigneten Füllmaterial bei Gelenkknorpeldefekten oder zum Ersatz eines herausgenommenen zerrissenen Kniegelenksmeniskus.

#### a) Gelenkversteifungen.

Wie in der Friedenspraxis sowohl für die Beseitigung von fibrösen und knöchernen Ankylosen als zur Verhütung einer Ankylose bei Eingriffen in den Gelenken hat sich das Verfahren der Gelenkplastik mit Zwischenlagerung von Fettgewebe auch bei Kriegsverletzten außerordentlich bewährt. Nur besteht hier ein großer Unterschied bezüglich der Aussichten einer erfolgreichen Operation, wenn die Gelenkversteifungen durch putride oder pyogene Infektionen im Gefolge der Verletzungen eingetreten waren.

Schon bei meiner ersten Tätigkeit im Marinelazarett Hamburg 1914/15 habe ich bei den verschiedenartigsten Operationen zur Wiederherstellung der Funktion Narbenmassen aus der Tiefe



bakteriologisch untersuchen lassen. Selbst wenn das Gewebe 3–4 Monate nach Verschuß aller Fisteln entnommen worden war, ergab sich noch häufig ein positiver Befund, andererseits fanden sich aber auch mit Fremdkörpern durchsetzte Narbenmassen steril. Ich hatte daher den Grundsatz aufgestellt, Wiederherstellungsoperationen wegen der im Gewebe ruhenden, in den Narbenmassen eingebetteten Bakterienresten nicht früher vorzunehmen, als bis mindestens ein halbes Jahr nach dem Verschuß der letzten Fistel verflossen war. Selbstverständlich gibt aber auch dieser Zeitpunkt keine Sicherheit gegen das Auftreten einer schweren Eiterung nach der Operation. PAYR glaubte, durch Temperaturmessungen der Haut über den verletzten Gebieten Anhaltspunkte zu erlangen, KÜTTNER stellte namentlich für die Gelenkoperationen der Kriegsverletzten die Prognose sehr schlecht. Nach meinem Material kann ich dem letzteren nicht beistimmen, wenn auch mancher Mißerfolg durch die ruhenden Infektionserreger zu beklagen ist.

Für die Auswahl der Fälle zur Gelenkplastik ist also die Schwere der früheren Eiterung und Jauchung und die Zeitdauer nach vollständiger Vernarbung sehr wichtig.<sup>9</sup> Dazu kommt weiterhin der Zustand der Muskulatur. Bei sehr starker Vernarbung oder Atrophie sind die Aussichten schlecht, durch die Gelenkoperation eine gute Funktion zu erhalten, ebenso auch bei heruntergekommenen, willensschwachen Patienten. Daß man bei gleichzeitiger Nervenverletzung die Operation nicht unternimmt, ist selbstverständlich.

Bezüglich der Technik der Gelenkplastik an den einzelnen großen und kleinen Gelenken sei auf die Kapitel der Gelenkoperationen verwiesen. Meine eigene Technik ist in der „Wiederherstellungschirurgie“ und in den „Freien Transplantationen“ ausführlich beschrieben.

Knöcherne und fibröse Ankylosen nach Schußverletzungen sind am häufigsten von mir am Ellbogen operiert worden (Abb. 383). Unter 34 Fällen\*) sind 2 noch zu frisch zur Beurteilung, 30 erhielten eine vollständig normale oder nur wenig beschränkte Beweglichkeit; in 2 Fällen blieb die Streckung und Beugung um etwa 15° behindert. Handelte es sich gleichzeitig um knöcherne Verwachsungen der oberen Enden der Unterarmknochen, so wurden auch diese durchtrennt und durch Einlagerung eines Fettgewebslappens zwischen die beiden Knochen das Wiederauftreten von Verwachsungen verhütet. Dabei blieb meist durch Atrophie oder durch weitgehende Vernarbung der Unterarmmuskeln die Rotationsmöglichkeit im Sinne der Pro- oder Supination in 10 Fällen hinter den normalen Grenzen zurück.

21jähriger Musketier V., Granatschußverletzung am 1. 10. 15 an der rechten Schulter. Langdauernde Eiterung mit Ausgang in Versteifung des Schulter- und Ellbogengelenkes, letzteres in Beuge- und Pronationsstellung des Unterarmes. Am 13. 7. wurde die knöcherne Ankylose zwischen Olekranon und Humerus, Radiusköpfchen und Ulna operiert. Von den Gelenkknorpeln sind nur geringe Reste übrig, eine sehr breite und feste Synostose verbindet das obere Radiusende mit der Ulna. 4 Monate später kann fast vollkommen gestreckt und bis zum rechten Winkel gebeugt werden, so daß die Operation an der Schulter am 19. 10. 16 gewagt werden kann. Der Enderfolg für das Ellbogengelenk war 1 Jahr später vollkommene Streckfähigkeit, spitzwinkelige Beugefähigkeit, vollständige Supination, wenig beschränkte Pronation. Kein Schlottergelenk (Abb. 384–388).



Abb. 383. Knöcherne Ellbogenankylose.

\*) Die statistischen Mitteilungen beziehen sich auf die bis Ende 1920 behandelten Fälle.

Wegen frischer subkutaner Splitterfraktur der unteren Humerusepiphyse mit Verschiebung und Verdrehung ihrer Gelenkflächen ist die Operation bei einem Kriegsverletzten vorgenommen worden. Nachdem es bei der Freilegung am 10. Tage mißlungen war, die größeren Splitter durch Drahtumschlingung und Nage- lung in die richtige Lage zu bringen, entfernte ich sämtliche Gelenksplitter samt



Abb. 384. Derselbe Fall wie bei Abb. 383. 3 Monate nach der Operation.

Periost- und Weichteilfetzen, während die Gelenkkapsel erhalten blieb. Der untere Humerusstumpf wurde zur Einpassung in die erhaltenen Gelenkflächen abgerundet und mit Fettgewebe bekleidet. An der hinteren Fläche des Humerusstumpfes wurde eine kleine Grube zur Aufnahme der Olekranonspitze bei der Streckung durch Ausmeißelung geschaffen. 15 Monate nach der Operation erhielt ich über den Fall Nachricht, daß er als Schreiber in einem Lazarett beschäftigt ist. Die Streckfähigkeit ist nach den Angaben um wenige Grade herabgesetzt, die Beugung gelingt bis zum rechten Winkel, Pro- und Supination halten sich in fast normalen Grenzen.

Die Ellbogengelenkoperationen sind nicht in allen Fällen ohne Eiterung geheilt. Trotzdem es in 6 Fällen infolge der ruhenden Infektion zu

gelinden Eiterungen, gelegentlich auch zum Auftreten phlegmonöser Abszesse mit Fieber gekommen ist, wurde durch die Nachbehandlung doch ein günstiges Resultat erreicht.

Am Kniegelenk sind knöcherne und fibröse Ankylosen im Gefolge von Eiterung nach Schußverletzungen 19mal operiert worden. 14 ausgezeichneten Fällen mit

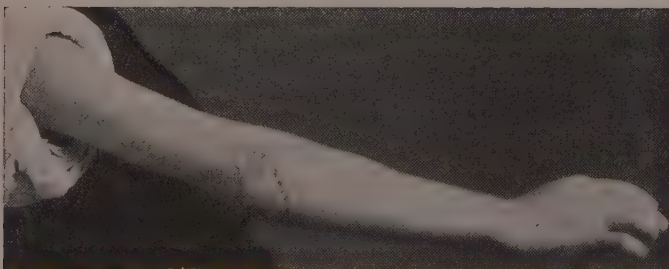


Abb. 385. Derselbe Fall wie bei Abb. 383. Streckung 1 Jahr nach der Operation.

guter Belastungs- und Bewegungsfähigkeit stehen nur 5 Mißerfolge, 4mal durch das Auftreten von Eiterungen infolge der ruhenden Infektion, 1 mal durch nachträglich eingetretenes Erysipel, gegenüber.

In einem solchen Falle, einem 24jährigen Oberjäger U. (Gewehrdurchschuß am linken Kniegelenk von außen nach innen durch den Tibiakopf im Dezember 1914 mit

nachfolgender Eiterung) traten anfangs 1915 an dem versteiften Gelenke an verschiedenen Stellen Fisteln auf. Im Mai 1915 wurde an der Außenseite eine haselnußgroße Granulationshöhle freigelegt und nach ihrer Ausräumung mit Jodoformplombe zur Ausheilung gebracht. Erst im Dezember 1915 wurde die knöcherne Ankylose durchtrennt, wobei die plombierte Knochenhöhle eröffnet werden mußte. Dabei zeigte sich, daß innerhalb der festen Bindegewebsmembran, welche die Plombe umgab, ein winziger Fremdkörper und ein kleiner Sequester, umgeben von eitrigen Granulationen, enthalten war. Nach Vollendung der Gelenkplastik trat zunächst glatte Heilung ein; jedoch kam

es nach 4 Wochen zu Fistelbildungen, allmählich zu Senkungsabszessen, die mehrere Eingriffe notwendig machten. Der Patient verließ die Lazarettabteilung meiner Klinik heimlich, so daß ich über den Ausgang nicht unterrichtet bin.

Ganz ähnlich fand sich bei einem 26jährigen Leutnant L. (verwundet durch Infanteriegeschloß am rechten Kniegelenk im August 1916 mit nachfolgender Vereiterung des ganzen Gelenkes in Gefangenschaft, Aufnahme in die Jenaer Klinik im November 1917) ein Granulationsherd im medialen Kondylus, welcher bei der am 1. 12. 17 vorgenommenen Aufklappung der Gelenkgegend aufgedeckt worden ist und nach Plombierung mit Fettgewebe verheilte. Die Gelenkbildung wurde erst 6 Wochen später vorgenommen, worauf ein vollkommen reaktionsloser Heilverlauf folgte. Die Aussichten waren günstig. Nach 5 Monaten war gute Belastungsfähigkeit, volle aktive Streckung, aktive Beugung um 50 Grad, passive um 90 Grad vorhanden, aber der Kranke litt an einem impetiginösen Ekzem und bekam im Juli 1918 im Anschluß an die Massage ein schweres Erysipel, welches vom Unterschenkel des operierten Beines über das Kniegelenk hinwegzog und den Rumpf ergriff. Erst im Anschluß an dieses Erysipel, nicht infolge der ruhenden Infektion in der Granulationshöhle, kam es dann zur Vereiterung des neuen Gelenkes. 1½ Monate nach der Ausheilung zeigte sich im Röntgenbild noch ein guter Gelenkspalt, doch mußten die Bewegungsübungen wegen Verschlimmerung des Ekzems unterbleiben.

In einem 3. Falle, in welchem ebenfalls eine knöcherne Ankylose nach schwerer Eiterung aufgetreten war, wo aber die Fisteln schon länger als 1 Jahr geschlossen waren, erzielte die Operation in 3 Monaten eine Beugefähigkeit um 80 Grad bei voller Streckfähigkeit. Erst als der Patient auf dem Boden ausglitt und eine Distorsion des operierten Gelenkes mit Bluterguß erlitt, kam es akut, ohne jede äußere Verletzung, zu einer schweren Vereiterung, die nur durch ruhende Infektionserreger hervorgerufen sein konnte. Dieser Fall zeigte deutlich,



Abb. 386. Ebenso wie bei Abb. 383. Beugung.



Abb. 387. Ebenso wie bei Abb. 383. Supination.



Abb. 388. Ebenso wie bei Abb. 383. Pronation.



ebenso wie der vorige, daß eine ruhende Infektion nicht unbedingt zur Eiterung im unmittelbaren Anschluß an die Operation zu führen braucht.

Daß die gefährlichen Abkapselungen von Infektionserregern nur durch die breite Aufklappung der frisch verletzten Gelenkgegend mit einiger Sicherheit bekämpft werden können, habe ich in verschiedenen Fällen gesehen.

Bei einem 29 jährigen Unteroffizier M., bei welchem das rechte Kniegelenk durch Granatsplitter am 15. 9. 15 völlig zermalmt war, habe ich sofort nach Einlieferung in ein Feldlazarett, 5 Stunden nach der Verletzung, sowohl die pfenniggroße Einschußwunde vor dem äußeren Kondylus, wie die talergroße Ausschußöffnung über der Mitte des inneren Kondylus tief ausgeschnitten und beide Wunden durch Bogenschnitt mit Durchtrennung des Lig. patellare zur Aufklappung des Kniegelenkes verbunden. Schmutz und winzige Knochensplitter fanden sich innerhalb der mürben

Gewebsmassen an Stelle des ganzen zermalmt inneren Kondylus. Nach gründlicher Ausräumung der Wundhöhle kapilläre Drainage durch frisch bereitete Jodoformgaze. Trocken-aseptischer und feststellender Verband. Verlauf ohne Fieber. Der aufgeklappte Lappen vernarbte allmählich in richtiger Lage unter Versteifung des Kniegelenkes. Wegen der guten Heilung nahm ich schon im Dezember 1915 die Gelenkplastik vor, erhielt gute Heilung und konnte den Kranken im Januar 1918 mit beginnender aktiver Beweglichkeit in die Heimat entlassen.

Bemerkenswert ist eine frische Kniegelenksverletzung, bei welcher die Operation zur Erhaltung der Beweglichkeit vor Eintritt der sicher drohenden Ankylose ausgeführt wurde.

Knöcherne Ankylose nach Verwundung. 35 jähriger Militärkrankenwärter G. Am 27. 1. 18 durch eine Fliegerbombe an beiden Beinen verwundet. Am linken Bein bestanden Weichteilwunden am Oberschenkel und am Fußrücken. Es trat Gasphlegmone ein, später Thrombose der V. femoralis und schließlich Erysipel, in dessen Verlauf es zur eitrigen Synovitis des Kniegelenkes kam. Die konservative Behandlung mit Karbol- und Phenolkampferspülungen genügte nicht, daher große seitliche Inzisionen.

Bei der Aufnahme am 28. 1. 19 besteht eine knöcherne Ankylose in Streckstellung (Abb. 389). Operation am 27. 1. 19 in typischer Weise. Bei der Aufklappung zeigt sich die Patella mit dem Oberschenkel verwachsen und die Bursa subcruralis ver-

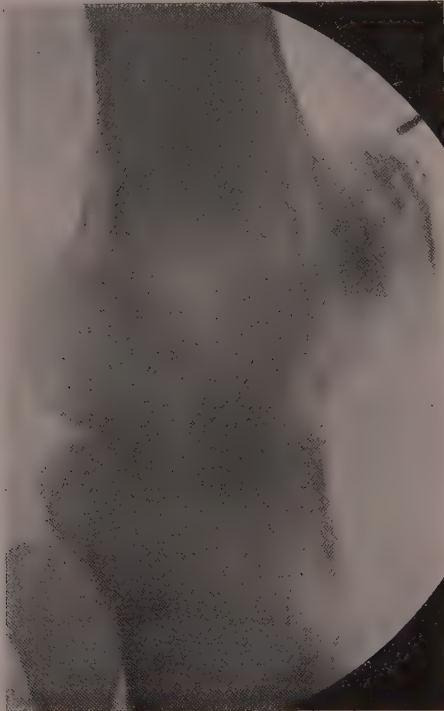


Abb. 389. Knöcherne Knie-Ankylose nach Verwundung.

ödet. Ausräumung der Bindegewebsmassen und Anfrischung der Hinterfläche der Kniescheibe. Durchtrennung der Synostose mit der Säge, Formung der Gelenkflächen nach MURPHY. Der auf der Oberschenkelfläche befestigte Fettgewebslappen wird breit nach oben an die Stelle der Bursa gelagert. Befestigung der Tuberositas mit einem Nagel, darüber Naht des vorher seitlich abgestreiften Periostes. Genaue Naht der längsdurchtrennten, gut erhaltenen Seitenbänder. Steinmannsche Nagelextension an den Malleolen (wegen schlechten Heftpflasters). Gipsverband mit Beckengurt in leichter Beugstellung des Kniegelenkes. Nach 3 Wochen Lagerung auf Ansinnssche Schiene. Bis Mitte April war gute Belastungsfähigkeit, völlige aktive Streckung ohne seitliche Bewegung und eine aktive Beugefähigkeit um 90 Grad erzielt. Bei der Entlassung im Juli 1919 derselbe Befund. Das Kniegelenk ist fest auch bei lockerer Muskulatur. Beim Gehen schont der Patient das Bein wegen einer schmerzhaften über dem Talus verwachsenen Narbe (Abb. 390—392).

Am Schultergelenk ist 1 Fall von 7 Kriegsverletzten durch ruhende Infektion wieder vereitert und versteift, die übrigen 6 erhielten gute Beweglichkeit.

Ein vor dem Kriege wegen Ankylose infolge Splitterfraktur des Humeruskopfes operierter Hauptmann B. trat 1913 zur Schutztruppe in Südwestafrika, wo er nach seinem Bericht allen Anforderungen des Dienstes gewachsen war. Er fiel dort 1915.



Abb. 390.  
Stellung des Beines 6 Monate  
nach der Gelenkplastik.



Abb. 391. Ebenso wie bei Abb. 390. Aktive Streckung.

In 2 Fällen von Kriegsverletzung wurde an demselben Arm Ellbogen und Schultergelenk durch die Operation beweglich gemacht.

Am Fußgelenk sind 3 Kriegsverletzte operiert worden, nachdem wegen Eiterung eine knöcherne Ankylose beider Sprunggelenke eingetreten war. Es handelt sich bei den Operationen nur um die Wiederherstellung des Talo-Krural-Gelenkes. Die Bewegungs- und Belastungsfähigkeit wurde in allen Fällen gut.

23jähriger Leutnant R., am 30. 5. 18 im Luftkampf durch Maschinengewehr am linken Sprunggelenk verwundet. Heilung unter Eiterung. Bei der Aufnahme in die Jenaer Klinik am 3. 1. 19 ist eine knöcherne Versteifung des linken oberen Sprunggelenkes vorhanden. Alle übrigen Gelenke zeigen sehr starke Bewegungsbeschränkung. Der ganze Fuß steht supiniert (Abb. 393—395).

Bei der Operation am 27. 1. 19 großer Bogenschnitt von der Mitte der Malleolen, zweifingerbreit oberhalb von ihnen beginnend, über den Fußrücken bis zum Lisfrancschen Gelenk. Die Strecksehnen sind teilweise zerstört, namentlich die des Tibia ant. Die Seitenbänder sind vernarbt. Nach Durchtrennung der Sehnen und ihrer Ablösung samt dem Hautlappen wird die Synostose von vorn nach hinten mit einem großen Hohlmeißel durchtrennt, wodurch die Talusmasse ungefähr ihre normale Rundung bekommt und die Malleolengabel ausgehöhlt wird; in der letzteren wird eine halbmondförmige Mulde hergestellt, in welche der auch vorn und hinten abgerundete Talus einpaßt. Nachdem die Streckung



Abb. 392.  
Ebenso wie bei Abb. 390. Aktive Beugung.

und Beugung des Fußes in übertriebener Weise gelingt, wird der Talus mit Fettgewebe bekleidet. Der sorgfältig geschonte Rest der Seitenbänder wird am Talus mit einigen Kopfnähten befestigt. Die Art. dors. ped. pulsiert gut, so daß der große Lappen gut ernährt ist. Gipsverband. Nach



Abb. 393.



Abb. 394.

Abb. 393 u. 394.] Knöcherner Sprunggelenk-Ankylose nach Schußverletzung.

4 Wochen Beginn der aktiven Bewegungen, eine Woche später Übungen an Apparaten und Massage. Am 1. 8. 19 ist ein Bewegungsausschlag um 50 Grad vorhanden. Vom rechten Winkel aus kann der Fuß um 40—50 Grad gebeugt (plantar flektiert) und 5—10 Grad



Abb. 395.

Knöcherner Sprunggelenk-Ankylose nach Schußverletzung.



Abb. 396. Derselbe Fall wie bei Abb. 395.  
1/2 Jahr nach der Operation.

gestreckt (dorsal flektiert) werden. Beim Gehen wird der Fuß kräftig abgewickelt, der Kalkaneus steht richtig in der Längsachse. Die Belastungsfähigkeit ist gut, nach längerem Gehen schwillt die Gegend des Gelenkes noch an. Abduktion und Adduktion in geringem Maße möglich (Abb. 396—398).



Große Schwierigkeiten bietet die Operation der Gelenkankylose am Handgelenk, und zwar wegen der Nebenverletzungen. 2 ausgedehnte Synostosen nach Eiterung im Gefolge der Schußverletzung wurden operiert. Ein Fall erhielt fast normale Beuge- und Streckfähigkeit, doch sind noch verschiedene Nachoperationen nötig, um die defekten und verwachsenen Beugeschnen zu ersetzen und zu lösen. In einem zweiten Falle wurde Beweglichkeit um die Hälfte des Normalen erreicht. Auch hier sind noch Nachoperationen an den Sehnen nötig.

Am Hüftgelenk habe ich die Operation an Schußverletzten bisher nicht ausgeführt, da an den mir zugekommenen Kranken keine günstigen Bedingungen für die Funktion nach Herstellung des Gelenkes gegeben waren. Meist zeigten sich in



Abb. 397.

Abb. 398.

Abb. 397 u. 398. Derselbe Fall wie bei Abb. 395.  $\frac{1}{2}$  Jahr nach der Operation.

der breiten Synostosenmasse im Röntgenbilde Granulationsherde, Sequester, in anderen Fällen starke Atrophie und Narben der Muskulatur und Nebenverletzung des Ischiadikus.

Nur ein Fall von Kriegsverletzung, eine veraltete traumatische Luxation mit festen Verwachsungen an der Darmbeinschaukel, hervorgerufen durch eine Verschüttung, kam zur Operation, aber der Patient ist einer Wunddiphtherie erlegen, welche nach anfangs völlig normalem Verlauf in der 2. Woche von den Stichkanälen der Fettgewebsentnahmestelle ihren Ausgang nahm.

Fingergelenke gaben sehr häufig Anlaß zur Gelenkplastik, meist verbunden mit dem Ersatz von Beuge- oder Strecksehnen. Der Erfolg der Funktion hängt hier wesentlich von dem Wiederauftreten der Muskeltätigkeit ab.

Bei dem 25 jährigen Leutnant H., der nach Verletzung durch Gewehrschuß an der Grundphalanx des linken Mittelfingers 1915 am 7. 12. 18 in die Lazarettabteilung meiner Klinik mit knöcherner Versteifung des Mittelgelenkes eintrat und nebenbei eine Verletzung der beiden Beugeschnen und Zerkaserung der langen Strecksehne hatte, wurde die Beweglichkeit so ausgezeichnet, nachdem auch die Beugeschnen gelöst und die Strecksehne durch ein Fettgewebs-Faszienrohr in Ausdehnung



Abb. 399.  
Knöcherne Ankylose des mittleren Gelenkes am 3. Finger nach Schußverletzung mit Zerkaserung der Strecksehne und Verwachsung der Beugeschnen.



Abb. 400.  
Streckung 8 Monate nach dem Ersatz der Strecksehne.



Abb. 401.  
Streckung 8 Monate nach dem Ersatz der Strecksehne.

von 10 cm ersetzt war, daß er den verletzten Finger beim Violinspielen wieder gebrauchen konnte (Abb. 399—403).

Über erfolgreiche Fälle mit diesem Verfahren der Gelenkplastik berichtet KÜTTNER, dem es gelang, einen Offizier mit Knieversteifung nach Schußverletzung wieder felddienstfähig zu machen, im Marinekorps sah ich mehrere von NIENY, REHNISCH u. a. operierte Fälle mit gutem Erfolg.



Abb. 402.



Abb. 403.

Abb. 402 u. 403. Ebenso wie bei Abb. 401. Aktive und passive Beugung.

#### β) Verwachsungen benachbarter Knochen.

Es handelte sich am häufigsten um eine Synostose zwischen den Unterarmknochen nach Schußfrakturen oder um straffe Narbenmassen zwischen ihnen im Gefolge von eiternden Schußverletzungen. Nach Beseitigung der verbindenden Knochenbrücke oder der Verwachsungen zwischen Radius und Ulna haben wir häufig durch Einlagerung eines Fettgewebslappens in den Gewebsdefekt gute Funktion erzielt. In der Regel ist die Ver-

bindung der Unterarmknochen eine Nebenoperation bei der Gelenkplastik am Ellbogen oder Handgelenk. Nur wenn es sich um die narbige oder knöcherne Verbindung des einen Vorderarmknochens mit dem anderen ohne Gelenkbeteiligung handelte, also lediglich Pro- und Supination fehlten, war die Trennung der Verbindung eine Operation für sich.

In einem Falle war eine erhebliche Funktionsstörung nach Schußverletzung des Thorax dadurch entstanden, daß das rechte Schulterblatt mit den Rippen teils narbig, teils knöchern verwachsen war. Durch großen Bogenschnitt wurde es

von den Rippen abgelöst, die Verbindungen entfernt und ein großer Fettgewebslappen aus dem Oberschenkel zur Einheilung gebracht. Die Erhebung des Oberarmes war hierauf aktiv bis zur Horizontalen sehr gut möglich, sodann bewegte sich bei weiterem Erheben das Schulterblatt wie in normaler Weise mit.

#### γ) Verwachsungen von Sehnen.

Die stärksten Funktionsstörungen der Hand-, Finger- und Unterarmsehnen waren nach Schußverletzungen, ferner nach schweren Vernarbungen im Gefolge von Verbrennungen und Explosionsverletzungen zu sehen. Um eine Funktion der in den Narbenmassen eingebetteten Sehnen wieder zu erreichen, genügt es nicht, die betreffenden Sehnen durch Auslösung aus ihrer vernarbten Umgebung wieder beweglich zu machen. Es gibt immer wieder neue Verwachsungen, wenn nicht die Narbenmassen gründlich entfernt und das Auftreten von neuen Verwachsungen durch die Umbettung der gelösten Sehnen mit Fettgewebe verhütet wird. Vor dieser, schon in der Friedenspraxis von mir geübten Operation mußte sehr häufig bei Schußverletzungen die über den Narbenmassen liegende Hautnarbe ausgeschnitten und durch gestielte Plastik aus der Umgebung oder aus der Brust- oder Bauchhaut ersetzt werden, wobei der Hautlappen mit einer Schicht des subkutanen Fettgewebes ausgestattet wurde. Die Operation an den Sehnen erfolgte erst längere Zeit nach der Stieldurchtrennung des Lappens.

Auch nach der Sehnennaht zerschossener Sehnen haben wir die Fettgewebsumlagerung ausgeführt, um ein Verwachsen mit der Umgebung zu vermeiden.

Mit dem Verfahren hatte KÜTTNER bei einem Schußverletzten mit Vernarbung der Fingerstrecksehnen am Handrücken einen ausgezeichneten Erfolg.

#### δ) Verwachsungen von Muskeln.

Die Loslösung von am Knochen durch Narben verwachsenen Muskeln war nicht selten eine Nebenoperation nach dem Knochendefektersatz am Unterarm. Auch bei der Amputationsstumpfbildung mit Muskelkanälen kann das Verfahren dem gelösten und unterpolsterten Muskel eine bessere Bewegungsfähigkeit geben.

#### ε) Verwachsungen der Nerven.

Eine Neurolysis kann nur dann die Funktionsstörungen, welche durch die festen Verwachsungen des Nerven mit der Umgebung bedingt sind, beseitigen, wenn jede neue Verwachsung verhindert wird. Zu diesem Zweck habe ich die experimentell von EDEN und REHN erprobte Fettgewebsumscheidung eingeführt, da es gegenüber dem bisher verwendeten Gelatineröhrchen (LOTHEISEN) oder den präparierten Tierarterien den großen Vorteil der Reizlosigkeit hat. Das Verfahren hat in der Kriegschirurgie große Verbreitung gefunden, von ausländischen Autoren empfohlen es Mc ARTHUR und KANAVEL. HENLE übte es bei Neuralgie und Nervennaht in einigen Fällen schon 1906 im Russisch-Japanischen Kriege, wie ich nachträglich erfuhr. Wie EDEN und REHN im Tierexperiment und ich verschiedentlich bei Nachoperationen festgestellt haben, bilden sich zwischen den Nerven und dem umlagerten Fettgewebe nur lockere Verbindungen. Vor allem wird der Nerv, falls in der Umgebung noch Narbenmassen sich befinden, vor einem festen Wiederverwachsen mit diesem oder mit dem Knochen bewahrt. Deshalb empfiehlt sich das Verfahren auch nach einer Nervennaht. Bei richtig ausgeführter Fettgewebstransplantation und bei entzündungsloser Heilung ist eine nachträgliche Schrumpfung der Fettgewebsscheide mit Beeinträchtigung des Nerven nicht zu fürchten.

Häufig handelte es sich bei den Kriegsverletzten nicht um eine reine Neurolysis, sondern es mußte auch die spindelförmige Auftreibung und Verhärtung des Nerven selbst mit Längsinzisionen versehen oder, falls sich kaum Nervenfasern in ihr durch elektrische Prüfung mit unmittelbarer Reizung bei der Operation nachweisen ließen, reseziert werden.



### z) Verwachsungen von Organen.

Daß das Fettgewebe in ähnlicher Weise auch imstande ist, nach Beseitigung von Organverwachsungen die von ihnen hervorgerufenen Beschwerden aufzuheben, ist in einzelnen Fällen der Friedenschirurgie erwiesen, so hat z. B. EDEN die Luftröhre mit Fettgewebe umscheidet, die nach einer Strumektomie narbig verzerrt war. Ferner hat L. REHN gezeigt, daß bei Herzbeutelverwachsungen der Ersatz des durch ihre Entfernung entstandenen Perikardsdefektes durch Fettgewebe ein brauchbares Verfahren ist. Ob nach Kriegsverletzungen derartige Versuche gemacht worden sind, ist mir nicht bekannt.

### n) Verwachsungen der Gehirnoberfläche.

Die Lösung der vernarbten Gehirnoberfläche von der Tabula interna, bzw. von den Rändern eines Knochendefektes ist für die Heilung der traumatischen Epilepsie, ebenso wie für ihre Verhütung wichtiger als der Ersatz des Knochendefektes allein. Seit 1911 habe ich mich nach solchen Lösungen des Gehirnes und nach Beseitigung oberflächlicher Hirnnarben der Fettgewebstransplantation bedient, um das Wiederauftreten starrer Narbenmassen zwischen Gehirn und Knochen zu verhindern. Daß das Fettgewebe als solches einheilt und sich erhält, ist durch unsere Nachuntersuchungen bewiesen, aber es ist selbstverständlich, daß man bestehende traumatische Epilepsie durch das Verfahren nur dann beseitigen kann, wenn die mit dem Knochen verbundene Hirnnarbe wirklich die einzige oder wenigstens wichtigste Krampfsursache war. Aber gerade bei den Kriegsschußverletzungen liegen die Ursachen der Epilepsie sehr häufig nicht nur in dieser narbigen Verwachsung. Versprengte Fremdkörper, Knochensplitterchen, Vernarbungen im Gehirn nach Blutungen, Veränderungen der großen Ganglienzellen können hier noch die Ursache abgeben, außer der Beeinträchtigung des Gehirnes in seiner Gesamtheit. Epilepsie nach Schädelanschüssen gibt deshalb auch nach diesem Operationsverfahren eine viel schlechtere Prognose als die gewöhnliche traumatische Epilepsie nach Frakturen des Schädeldaches.

In 23 Fällen von Schädelanschüssen ohne traumatische Epilepsie wurde die Fettgewebstransplantation nach Entfernung der Dura- und Hirnnarbe vor der Knochendeckung des Schädeldefektes oder gleichzeitig mit ihr ausgeführt. Von diesen Fällen hat nur 1 Fall Epilepsie bekommen. Selbstverständlich läßt sich auch hier nicht entscheiden, welches die Ursache derselben ist. Von 15 Fällen mit Epilepsie, von denen 9 erst längstens 2 Jahre operiert sind, blieben 2, vor 40 und 58 Monaten operierte völlig anfallsfrei. Ein vor 40 Monaten operierter hat vor einem Jahre Anfälle gehabt, die seitdem wieder ausgeblieben sind, ein weiterer vor 39 Monaten operierter hat 7 Monate nach der Operation einige leichte Anfälle bekommen, die aber seit 20 Monaten nicht wieder eingetreten sind (s. Fußnote von S. 667).

Bei der Operation muß nach Entfernung der oberflächlichen Hirnnarben und nach Ablösung der vernarbten Dura von den Knochendefekträndern auch die mit der Hirnnarbe verbundene Dura von der Hirnoberfläche abgelöst werden, wenn dies ohne stärkere Blutung gelingt. Sodann wird ein dünner Fettgewebslappen unter die Ränder des Duradefektes etwa  $\frac{1}{2}$  cm weit geschoben und durch einige feine Katgutfäden festgehalten. Dies Ablösen der Duranarbe von der Hirnoberfläche gelingt jedoch bei tiefen und weitgehenden Vernarbungen nicht oder ist mit stärkerer Blutung verbunden. In solchen Fällen wurde der Fettgewebslappen außerhalb der Dura über die angefrischte Hirnoberfläche ausgebreitet. Bei tiefen Defekten der Hirnoberfläche oder offenen Seitenventrikeln ist dabei der Fettgewebslappen entsprechend dick gebildet worden. Handelte es sich nur um Verwachsungen der Duranarben mit den Schädeldefekträndern bei unverletzter und unvernarbter Hirnoberfläche, so habe ich den Schädeldefekt in der Regel sofort mit einer Platte aus der vorderen Tibiafläche gedeckt, an welcher außer dem Periost auch noch die dünne subkutane Fettgewebsschicht belassen wurde.

Von anderen Chirurgen haben hauptsächlich KÜMMELL, WITZEL, GULEKE, VORSCHÜTZ, NIENY, RÖPKE (EISLEB) und KÖNNECKE bei Kriegsverletzten die Fettgewebstransplantation nach Entfernung der verbindenden Narben ausgeführt. Über ungünstige Erfahrungen berichten MARTIN, MARBURG, RANZI; LUKAS, WENDEL, KÖNNECKE, WITZEL haben Fett-Faszien-Lappen verwendet, PERTHES bevorzugte Netzstücke. Die letzteren haben sicher den Vorteil, daß man bei mageren Kranken die Homoplastik vermeiden kann, deren Material wegen viel langsamerer Regeneration unsicherer im Erfolge ist wie die Autoplastik.

Die Deckung des Knochendefektes habe ich frühestens 3 Monate nach Einheilung des Fettgewebslappens ausgeführt. WITZEL verlangt zwei anfallsfreie Jahre, was ich jedoch weder für nötig noch für zweckmäßig ansehen kann, da auch das längere Bestehen eines Schädeldefektes Anfälle auszulösen vermag und in seltenen Fällen noch nach vielen Jahren abgekapselte Entzündungsherde die Ursache von Anfällen sein können. So beobachtete ich eine schwere, zum Tode führende Enzephalitis 4 Jahre nach der Vernarbung des Hirn-Dura-Knochendefektes infolge Kriegsschußverletzung. An dem betreffenden Falle war nur die primäre Entsplitterung der Wunde vorgenommen worden.

Die Bedenken, die von verschiedenen Chirurgen gegen die Verwendung des Fettgewebes in der Hirnchirurgie an sich und besonders bei der traumatischen Epilepsie laut geworden sind, daß das Fettgewebe sich zu Schwielen veränderte, größere Vernarbungen an der Hirnoberfläche auftreten würden als vor der Operation, sind nicht stichhaltig. Es ist durch Nachuntersuchungen des Fettgewebes bei Gelegenheit der später vorgenommenen Knochendeckung an meiner Klinik mehrfach festgestellt worden, daß das Fettgewebe als solches sich gut erhalten hat (ASCHOFF). Nur bei unrichtiger Behandlung während der Transplantation und bei Entzündungen im Wundgebiete geht es narbig zugrunde. Reizungen der Hirnoberfläche nach der Operation und das Auftreten von Fieber, wie dies AXHAUSEN am Chirurgenkongreß (1920) als Folge des Transplantatreizes angesprochen hat, sind nach meiner Ansicht auf ungenügend gestillte Blutung zurückzuführen.

Bei der Narbenexzision bzw. Ablösung kann der verzernte und erweiterte Seitenventrikel leicht eröffnet werden. Daß auch hierbei die Fettgewebstransplantation rasch und vollständig einen Verschuß erzielt, habe ich schon 1913 an einem erfolgreich operierten Falle beobachten können, ebenso an meinem Kriegsmaterial in 2 Fällen. Weitere Fälle erwähnen GULEKE, PAYR und WAGNER, letzterer sogar mit Homoplastik. Der Fettgewebslappen ist hierfür von vornherein so zu bilden, daß er an der Stelle, die über den Ventrikel zu liegen kommt, einen pfropfartigen Fortsatz zu dessen Verschuß hat.

## F. Muskel- und Nerventransplantation.

Über die freie Muskelverpflanzung in Muskeldefekte hinein ist in der Kriegschirurgie nichts bekanntgeworden, entsprechend den neueren Untersuchungen, durch welche feststeht, daß die quergestreifte Muskulatur nach freier Verpflanzung stets zugrunde geht (s. EDEN in LEXER, Die freien Transplantationen).

Dagegen ist das Schicksal der Nerventransplantate und der Wert des Defektersatzes durch freie Verpflanzung noch nicht genügend geklärt. Schon zu Anfang des Krieges versuchte ich, ebenso wie THÖLE, FÖRSTER, PERTHES, die autoplastische Transplantation, indem ich sensible Hautnerven (Cutaneus brachii, Cutaneus anti-brachii medialis) und mehrere gleich lange Nervenstücke nebeneinander in verschieden große Defekte (2,5–12 cm) einlagerte. Auch Stücke der Interkostalnerven fanden dabei Verwendung. Die Nachuntersuchung der operierten 4 Fälle, welche den Medianus und Ulnaris betrafen, zeigten nach  $1\frac{3}{4}$ –2 Jahren nicht den geringsten Erfolg. Auch PERTHES und THÖLE operierten erfolglos, dagegen hatte FÖRSTER unter 16 Fällen

4 Heilungen und 9 Besserungen erzielt, allerdings bei kleineren Defekten von 4—5 cm. Die Mißerfolge können sich durch das unvollkommene Kaliber der Transplantate erklären, doch ist auch BETHES Feststellung wichtig, daß rezeptorische Nerven zur funktionellen Verbindung mit motorischen ungeeignet sind. Gleichkalibrige Nervenstücke kann man nur durch Homoplastik erhalten. Aus amputierten Gliedern habe ich 2mal große Defekte von über 10 cm am N. radialis ersetzt. In dem einen Falle ergab die Nachoperation nach 9 Monaten, während welcher Zeit ein Erfolg nicht festzustellen war, daß das Nerventransplantat makroskopisch erhalten, mit der Umgebung fest vernarbt und nicht elektrisch reizbar und mit Bindegewebe durchwachsen war; die spezifischen Gewebsteile aber waren der Nekrose anheimgefallen. Der zweite Fall hatte auch nach 15 Monaten nicht die geringste Erscheinung der Wiederherstellung der Nervenleitung.

Die experimentellen Untersuchungen von BETHE haben auch bei Kriegsverletzten manche Nachahmung gefunden, aber nur KRECKE hatte in 2 Fällen mit 6—8 cm großen Defekten (Plexus- und Medianusast für die Hand) Erfolg, wie SPIELMEIER festgestellt hat (s. EDEN).

Nach den bisherigen Untersuchungen darf als feststehend angesehen werden, daß die Transplantate bindegewebig zugrunde gehen und die jungen, am zentralen Stumpf aussprossenden Nervenfasern bestenfalls die vorhandenen alten Längsbahnen zum Durchwachsen benutzen. Zum mindesten hat sich praktisch gezeigt, daß der Erfolg des Verfahrens gerade da, wo er am Menschen gebraucht wird, nämlich bei größeren Defekten, höchst selten gelingt. Nach den bisherigen Versuchen am Menschen und den Tierversuchen steht nur fest, daß die Nerventransplantation sowohl auto- wie homoplastisch, gelegentlich auch heteroplastisch, lebend oder abgetötet bei kleinen Defekten erfolgreich sein kann. Außerdem sind gerade die Kriegsverletzungen der Nerven sehr ungünstige Objekte zur Beurteilung der noch strittigen Fragen wegen der oft weitgehenden Degeneration oder Vernarbung des verletzten Nerven.

### G. Gefäßtransplantation.

Der erfolgreiche Ersatz eines Gefäßdefektes durch ein autoplastisches Gefäßtransplantat steht durch einwandfreie experimentelle und klinische Beobachtungen fest. An großen Arterien, welche für die Ernährung eines Gliedes oder eines Gliedabschnittes wichtig sind, tritt bei Gefäßdefekten durch irgendwelche Ursache (Verletzung, Operation) die Gefäßtransplantation an Stelle der Unterbindung, wenn die ringförmige Gefäßnaht wegen zu großen Zwischenraumes zwischen den Gefäßenden nicht auszuführen ist. Da die Homoplastik wegen Thrombose mißlingt, eine gleichkalibrige Arterie aber nicht zu entnehmen ist, so kommt zur Entnahme hauptsächlich die Vena saphena major oder ein Stück der Begleitvene der betreffenden Arterie in Frage. In meinem Buche über die freien Transplantationen konnte ich 56 Gefäßtransplantationen aus der Literatur und meinem Material (bis 1919) zusammenstellen, von denen 6 Versuche wegen zu frühen Todes oder aussichtsloser Heteroplastik u. a. auszuscheiden haben. Auf die übrigen 50 kommen nur 7 wirkliche Mißerfolge, während in 28 Fällen der beste Erfolg entweder durch Pulsation an der Transplantationsstelle mit Aufhebung der Pulsation an der Peripherie bei Druck auf die erstere oder nur durch Pulsation in der Peripherie festgestellt worden ist. In den übrigen Fällen ist die gefürchtete Nekrose oder bei ersetzter Carotis communis die Enzephalitis ausgeblieben.

Für die Kriegsverletzungen kam die Gefäßtransplantation erst nach dem Auftreten und bei der Operation von Aneurysmen in Frage, wenn es nicht gelang, trotz der äußersten Beugung der Gliedabschnitte die Naht zu erzwingen; denn frische



Fälle eigneten sich wegen des schlecht ernährten, durchbluteten Wundbettes oder seiner Infektion nicht zur Vornahme dieser Operation, welche ja wegen der Gefahr der Thrombose noch mehr als alle anderen Transplantationen günstige Ernährungsbedingungen aus der Umgebung voraussetzt. Trotzdem habe ich bei Kriegsaneurysmen mit geheilter Wunde 5mal durch Gefäßtransplantation den Kreislauf erhalten können, während ein 6. Fall von dem auf der entgegengesetzten Seite noch nicht geschlossenen Schußkanal aus (Durchschuß von der Leistengegend zum Trochanter major) eine schwere Eiterung mit Thrombose und Gangrän des Beines bekam. Aus der Kriegsliteratur stellte WARTHMÜLLER 1917 auf meine Veranlassung die ausgeführten Gefäßtransplantationen zusammen. Unter 33 fand er 6 schlechte und 27 gute Erfolge verzeichnet.

Eine seltene Indikation für die Gefäßtransplantation ist bei kombinierten Gefäßverletzungen die Ischämie des Gliedes mit trophischen Störungen. In einem solchen Falle, wo neben der Verletzung der 3 Armnerven noch ein Abschuß der Art. axillaris vorlag und ausgeprägte Erscheinungen bestanden, hat HIRSCHMANN zum ersten Male die Gefäßtransplantation aus der Vena saphena verwendet, um einen Defekt von 12 cm zu ersetzen. Der Erfolg war glänzend, obwohl die Operation erst 7 Monate nach der Verletzung vorgenommen werden konnte. Ebenso verlief ein von mir operierter Fall, in welchem die Verletzung 6 Monate zurücklag.

31 jähriger Soldat M., 9. 5. 17 durch Granatsplitter am rechten Oberarm verwundet. Bei der Einlieferung am 30. 10. 17 findet sich an der Innenseite des rechten Oberarmes, etwas unterhalb der Mitte, eine erbsengroße, gut verschiebliche Narbe, auf der Vorderseite desselben, im unteren Drittel, eine 6 cm lange Narbe. Vollständige Ulnarislähmung. Radialpuls vollkommen aufgehoben. Die Haut der unteren Hälfte des Unterarmes und der Hand ist kalt und weiß, mit zyanotischen Flecken.

Operation am 6. 11. 17. Freilegung der Art. brachialis am Oberarm. Dabei ergibt sich, daß dieselbe vollständig durchschossen gewesen ist und einen Defekt von 8 cm zwischen den vernarbten Enden aufweist. Nach Anfrischung der Arterienstümpfe besteht ein 10 cm langer Defekt, in welchen ein entsprechend langes Stück der Vena saphena magna mittels Gefäßnaht eingefügt wird. Zur Vermeidung der Thrombenbildung wird das Venenstück vor der Einpflanzung mit 2% iger Natrium-citricum-Lösung durchspritzt. Nach Aufhebung der künstlichen Blutleere füllt sich die Vene sofort prall und der vorher fehlende Puls an der Art. radialis ist deutlich fühlbar. Über das Transplantat wird zuerst die Faszie, dann die Haut vollständig vernäht.

Am nächsten Tage ist die Hand nicht mehr blaß, sondern von normaler Farbe und Wärme. Der Puls an der Radialis hat sich bis jetzt ohne Veränderung gut erhalten, und zwar läßt sich deutlich nachweisen, daß der Blutstrom durch das transplantierte Gefäßstück hindurch und nicht durch Kollateralen hindurchgeht, denn der Druck auf die Gegend des Transplantates hebt sofort, wie oberhalb und unterhalb desselben, den Puls auf.

Zur Technik der Gefäßtransplantation ist anzuführen, daß man die Vereinigung des Transplantates mit den Gefäßstümpfen genau wie bei der ringförmigen Gefäßnaht durch eine fortlaufende Naht ausführt, durch welche die Intima beiderseits aneinander gelegt wird, daß man weiterhin zur Vermeidung von Thrombenbildungen das Venenstück vor der Einpflanzung mit 2% iger Natrium-citricum-Lösung durchspritzt und an den Gliedern die Esmarchsche Blutleere ausführt. Wo dies nicht geht und Klemmen an die Gefäßenden angelegt werden müssen, dürfen diese nicht zu lange an derselben Stelle liegen und keinen starken Druck ausüben.

Die Überbrückung eines Nervendefektes mit einem Venenstück, die wir früher angegeben und geübt haben, hat nur bei kleinen, höchstens 4 cm großen Zwischenräumen Aussicht auf Erfolg, ist aber hier nicht nötig, da wir durch WREDES und WOLLENBERGS Verfahren der Auffaserung des zentralen Stumpfes und Verlagerung auf kürzere Verlaufswege wenigstens am Arme imstande sind, auch größere Defekte bis zu 10 cm zur Nahtvereinigung zu bringen. Bei großen Zwischenräumen versagt die Gefäßtransplantation, da die Nervenfasern nach EDENS Versuchen niemals durch leere Röhren hindurchwachsen.

### H. Verpflanzung von Nägeln.

An den verkrüppelten Fingern der Kriegsverletzten gab es mitunter Gelegenheit, die Nägel wiederherzustellen. Man entnimmt einen entsprechenden Nagel (meist der 2. Zehe) samt der angrenzenden und unterliegenden Haut und setzt das ganze Transplantat in einen entsprechend geschaffenen Defekt.

### J. Faszientransplantation.

Die von KIRSCHNER experimentell begründete und klinisch zuerst erprobte freie Verpflanzung von Faszie hat für die Verletzungschirurgie ebenso wie in der Friedenspraxis ein reiches Gebiet. Für manche Verwendungsarten mag es gleichgültig sein, ob man Faszie, epidermislose Kutis oder Fettgewebe verwendet. Persönliche praktische Erfahrungen spielen hier eine Rolle. Vor allem kann man die Faszie zur Verstärkung von sehnigen Blättern verwenden, z. B. um bei Bauchbrüchen die atrophischen oder vernarbten Bauchdecken zu verstärken. Daran schließt sich der Ersatz von Sehnendefekten mit einem Faszienstück, welches zylindrisch zusammengerollt ist. Ich habe dabei das Faszienrohr mit einer dünnen Schicht von Fettgewebe bekleidet gelassen, welches nach außen zu liegen kommt, um bei Sehnendefekten in narbiger Umgebung ein starres Verwachsen mit dieser sicherer zu vermeiden, als es mit dem reinen Faszienrohr oder Sehnenstück möglich ist.

Auch ANSINN verwandte Faszienstreifen als Röhren mit einem Fettgewebsmantel, um bei Radialis- und Peroneuslähmung das Herabfallen der Gliedabschnitte zu hindern, indem er die Enden am Knochen befestigte.

Zum Ersatz von Duradefekten wurde die freie Faszientransplantation von manchen Chirurgen teils mit und teils ohne Fettgewebe bevorzugt, ebenso zur Umscheidung von gelösten Nerven und zur Zwischenlagerung nach durchtrennten Ankylosen. Hauptsächlich KIRSCHNER und KLAPP verwandten die freie Faszientransplantation zur Gelenkplastik, während PAYR gestielte Faszienlappen, ähnlich wie MURPHY, zu diesem Zweck verwendet.

Zur Übertragung des Zuges eines gesunden Muskels auf einen gelähmten läßt sich ebenfalls die Zwischenschaltung eines Faszienlappens erfolgreich zur Anwendung bringen, so bei Ptosis des Oberlides nach PAYR-KIRSCHNER. Besonders aber gilt dies für schwere Fazialislähmungen, bei welchen nach ausgedehnter Zerstörung oder Vernarbung der Kaumuskulatur eine gestielte Muskelplastik nicht anwendbar ist.

Man kann z. B. bei großem Wangendefekt mit Lähmung der unteren Fazialisäste nach dessen Ersatz den funktionsfähig gebliebenen Orbikularis durch subkutane Einlagerung eines Faszienstreifens bis zum Mundwinkel mit diesem verbinden und ihm dadurch eine gewisse aktive Beweglichkeit sichern.

Aber auch ohne die Möglichkeit, die Wirkung eines mimischen Muskels zu übertragen, kann die Zügelwirkung durch Faszienstreifen bei schwerer Fazialislähmung eine Verbesserung des Aussehens herbeiführen. In einem solchen Falle, in welchem nach schwerer Granatsplitterverletzung nach der Lid-, Nasen-, Lippen-, Kinn- und Mundplastik die ganze unbewegliche Mundpartie nach unten hing, wurde ein langer Faszienzügel von der Gegend des äußeren Augenwinkels auf der gesunden Seite subkutan bis zum Mundwinkel, hier von einer neuen Inzision aus, unterhalb der neugebildeten Unterlippe bis zum anderen Mundwinkel und von hier ebenfalls von einer neuen Inzision aus bis zur Temporalfaszie durchgeführt. Hierdurch gelang es nicht nur, den ganzen Mund zu heben und den Verschluß der Lippe zu erzielen, sondern auch die plastisch ersetzte Gesichtsseite in ihrer Gesamtheit nach oben zu verziehen.

In ähnlicher Weise kann man die Faszienzüge bei herabhängendem Unterlid verwenden. Dies ist nicht nur zweckmäßig bei leichteren Graden von Ektropium, sondern auch in Fällen, wo nach ausgedehnter Vernarbung der Gesichtshaut infolge von Verbrennung nach dem plastischen Ersatz der Unterlider die ganze Gesichtshaut allmählich infolge des narbigen Untergrundes oder allein der Schwere nach herabsinkt, so daß der Unterlidrand nach unten verzerrt wird. In solchen Fällen heilte ich einen Faszienzügel von der Nasenwurzel bis zur Mitte des Unterlides oder, wenn nötig, nach bogenförmiger Tunnelierung von der Nasenwurzel bis zur äußeren Seite des Augenhöhlenrandes ein. Seine Enden wurden an der Faszie, am Periost oder an erhaltenen Fasern des Orbikularis befestigt.

Mit einem starken Faszienzügel hat ferner SZUBINSKI bei einem am Hals durch Granatsplitter Verletzten mit Trapeziuslähmung das Schulterblatt in richtige Stellung gebracht. Er befestigte einen Zügel am Bandapparat des 5. und 6. Brustwirbels, zog ihn durch ein Loch der Spina und vernähte das andere Ende mit den Dornen des 2. und 3. Brustwirbels. Der gute Erfolg läßt das Verfahren für Akzessoriuslähmung empfehlen.

Bei der Ulnarislähmung kann durch Hilfsoperation mittels Faszienzügel die Krallenstellung beseitigt und der Funktionsausfall der Interossei und Lumbrikales ersetzt werden. Ebenso läßt sich die Adduktion des Daumens wiederherstellen.

Folgende Hilfsoperation habe ich seit 1916 ausgeführt. Über das Verfahren hat EDEN am Orthopädenkongreß in Wien 1918 Bericht erstattet. In der Hohlhandfurche wird durch einen



Abb. 404. Hilfsoperation bei Ulnarislähmung nach LEXER.

Querschnitt sowohl die Sehnenscheide des 4. wie 5. Fingers freigelegt und mit einem kleinen Fenster versehen. An die hier sichtbare Sublimissehne wird ein 8 mm breiter Faszienstreifen durch einige Nähte befestigt, sodann wird der Faszienstreifen der Länge nach geteilt. Mit einem gebogenen Elevatorium wird außerhalb der Sehnenscheide nach jeder Seite des Fingers zu ein Kanal gebildet bis zum Rücken der Grundphalanx. Diese wird durch einen leicht gekrümmt verlaufenden Schnitt an der ulnaren oder radialen Kante des Fingers freigelegt, ebenso wie die zur Mittelphalanx ziehende Faserung der Strecksehne. Die letztere wird in der Mitte der Grundphalanx durchbohrt und zu beiden Seiten an ihrem Rande gelöst. Nunmehr werden die beiden Faszienzügel durch den vorgebohrten Kanal an die Seite der Grundphalanx gebracht, von hier unter der Strecksehne durch die in ihrer Mitte liegende Perforation zusammen durchgezogen und dann eine Strecke weit über das Fingergelenk hinweg mit den Faserzügen über der mittleren Phalanx vereinigt. Dabei steht die Grundphalanx während der Naht leicht gebeugt. Der in örtlicher Betäubung operierte Patient kann sofort nach der Einpflanzung dieser Zügel die Grundphalanx beugen, da mit diesen Zügeln die entsprechende Wirkung der Interossei und Lumbrikalis ersetzt wird. Die auslösende Kraft für sie wird vom oberflächlichen Fingerbeuger gegeben. Auch die Hebung der Endglieder wird erheblich verbessert, doch genügt für sie allein der lange Strecker, sobald die Extensionsstellung der Grundphalanx fortfällt. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man bei der Ulnarislähmung die überstreckte Grundphalanx in leichter Beugestellung festhält. Trotzdem habe ich die Faszienzügel eine Strecke weit über die Mittelphalanx befestigt, da hierdurch sowohl die lange Strecksehne als die ersetzte Interosseuswirkung einen Kraftausläufer erhält (Abb. 404).

Um auch den Ausfall des Daumenadduktors zu ersetzen, kann man einen Faszienzügel etwas oberhalb des Handgelenkes mit einer Beugesehne, die ulnarwärts vom Medianus liegt, verbinden, also mit der des 3. oder 4. Fingers, und sie unter dem Querband nach außen über das 1. Metakarpokarpalgelenk hinweg bis zum Außenrande des 1. Metakarpus in der Nähe seines Köpfchens führen, wo sie am Periost in leichter Adduktionsstellung des Metakarpus zu befestigen ist. Dadurch wird die



Kraft des betreffenden Beugers mit zur Adduktion des Metakarpus verwandt und letztere beim Faustschluß mit überstehendem Daumen ermöglicht (Abb. 405—407).

Auf demselben Prinzip beruht die von NUSSBAUM nach Leichenversuchen vorgeschlagene Operation, bei welcher die seitlichen Ansätze der Flexor-sublimis-Sehne von der Mittelphalanx abgetrennt und nach Längsschlitzung der Beugesehne bis in die Hohlhand auf jeder Seite proximal vom Metakarpusköpfchen auf die Streckseite geführt werden, um hier an der Streckaponeurose befestigt zu werden. Die verlagerten Sehnenzipfel beugen dann das Grundgelenk und strecken das Mittel- und Endgelenk, während die Sehne des tiefen Beugers allein imstande ist, die Fingerspitze bis zur Hohlhand zu bringen. Trotzdem die letztere Tatsache längst bekannt ist, da für verlorengegangene Beugesehnen der Finger der freie Ersatz der Profundussehne bei erhaltenen oder wiederhergestellten Querbändern genügt, so halte ich es doch bei der Kompliziertheit der Fingerbewegungen im Zusammenspiel sämtlicher Bewegungsapparate nicht für zweckmäßig, die Sublimissehne gänzlich zu opfern.

Im übrigen hat das von mir angegebene Verfahren noch den Vorteil, auch angewendet werden



Abb. 405.



Abb. 406.



Abb. 407.

Abb. 405—407. Funktionen nach der in Abb. 404 angegebenen Hilfsoperation am 4. und 5. Finger und am Daumen.

zu können, wo die Wiederkehr der Ulnarisfunktion nicht unbedingt ausgeschlossen ist; denn die Faszienzüge können leicht wieder entfernt werden, falls sie stören sollten.

Im Gegensatz zu diesem Verfahren, in welchem ein Beuger zum Kraftspender für die Interossei wird, stehen die Vorschläge von KORNELIUS, MÜLLER und WITTECK, nach welchen Teile der Strecksehne seitlich und volarwärts verlagert werden, wodurch sie ähnlich wie bei seitlicher Sehnenluxation zu Beugern der Grundphalangen werden.

Als Entnahmekstelle für die Faszientransplantation eignet sich am besten die breite und starke Faszie an der Außenseite des Oberschenkels. Auch das Faszien- gewebe muß bei der Entnahme und Verpflanzung vorsichtig behandelt werden, um ähnlich wie das Fettgewebe in möglichst großen Bezirken lebend einzuheilen, da sonst leicht Nekrose, narbige Durchwachsung und Schrumpfung folgt.

### K. Sehnentransplantation.

Ein dankbares Feld der Wiederherstellungsoperationen nach Kriegsverletzungen sind die Sehnendefekte. Nur bei verhältnismäßig breiten Sehnen, wie an der Achillessehne, der Trizeps- und Quadrizepssehne, kann man größere Defekte durch Bildung von Lappen aus dem Sehnen- oder Muskelgewebe, das am Defektrand gestielt wird,

durch das Annähen der Lappenspitzen an dem entgegengesetzten Sehnenstumpf überbrücken. Es ist dies alte Lappenverfahren der freien Einpflanzung von Faszie vorzuziehen, da letztere nicht stark genug ist und deshalb leicht, namentlich am Bein, nachgibt, andererseits aber entsprechendes homoplastisches Sehnenmaterial nur gelegentlich bei Operationen einwandfrei zu gewinnen ist. Für feinere Sehnen, wie der der Strecker und Beuger der Hand und Finger, ist das Lappenverfahren nicht zuverlässig genug, einmal wegen der Schwächung der Sehne durch die Lappenbildung, ferner bei eingescheideten Sehnen wegen der entstehenden Verdickungen an der Basis des Lappens.

Die von mir seit 1908 ausgeführte und durch die experimentellen Untersuchungen meines Schülers E. REHN begründete freie Sehnentransplantation hat nach anfänglichem Mißtrauen Anerkennung und Nachahmung gefunden. In der Wiederherstellungschirurgie Kriegsverletzter läßt sich das Verfahren nicht mehr missen, wenn es auch möglich ist, Sehnendefekte durch Gewebstreifen aus der Faszie, dem subkutanen und kutanen Gewebe (E. REHN) zu ersetzen.

Wie überall bei Transplantationen ist die Autoplastik vorzuziehen.

Zur Entnahme für schmale Sehnen kann man die leicht entbehrliche Sehne des Palmaris longus oder die langen Strecksehnen der 4. oder 5. Zehe, welche man ohne Schaden entnehmen kann, verwenden. Über dem peripheren Sehnenabschnitt wird zuerst ein kleiner Querschnitt ausgeführt, sodann die Sehne gefaßt und stark gespannt, so daß sie unter der Haut in ihrem Verlaufe sichtbar wird. Durch subkutane Tenotomie oder durch einen zweiten Einschnitt wird sodann das andere Ende abgetrennt.

Für die Vereinigung des Sehnenstückes mit den Sehnenstümpfen ist es wichtig, daß sie zuverlässig fest ausgeführt wird, daß zweitens die Verbindung eine möglichst breite ist, ohne daß eine die Bewegung hindernde knollige Verdickung entsteht. Die Sehnenstümpfe werden zu diesem Zweck durch einen Längsschnitt gabelförmig gestaltet und das Transplantat zwischen diesen beiden Zipfeln mit fortlaufender Naht zu beiden Seiten innig vereinigt.

Wo eine freie Sehnentransplantation den Defekt einer frei hin und her gleitenden Sehne ausfüllen soll, ist neben der tadellosen Einheilung und der zuverlässigen Vereinigung mit den Sehnenstümpfen, bzw. mit der Ansatzstelle am Knochen, noch die Vermeidung von Verwachsungen mit der Umgebung von Bedeutung. Das letztere wird durch sehr frühe Bewegungsübungen, die sofort nach der Wundheilung in der zweiten Woche einzusetzen haben, erreicht. Diese Nachbehandlung muß durch aktive Übungen des Patienten ausreichend unterstützt werden.

Niemals darf ferner die Hautnaht über dem Ersatzstück liegen, damit nicht Verwachsungen mit der Hautnarbe eintreten. Es ist deshalb das Lager für das Transplantat von kleinen Schnitten aus durch Tunnelierung zu schaffen. Sie werden derart angelegt, daß man von ihnen aus die Sehnenstümpfe aufsuchen, mit den verwachsenen Narben ausschneiden und entfernen kann. An der Hohlhand nimmt man hierzu möglichst Schnittführungen vor, welche den normalen Querfalten entsprechen. Wo durch größere Schnittführungen der ganze Sehnendefekt wegen ausgedehnter Vernarbung freigelegt werden muß, wählt man bei erhaltener Haut bogenförmige Schnitte. Ist auch die Haut ausgedehnt in der Gegend des Defektes vernarbt, so muß die ganze Narbe entfernt werden. Die Einpflanzung des Sehnentransplantates kann dann erst geschehen, wenn der entstandene Hautdefekt durch eine bei größerer Ausdehnung gestielte, bei kleinerer ungestielte Hautplastik zuverlässig ersetzt ist.

Fehlen beide Beugesehnen, so kann man in der Regel auf den Ersatz der oberflächlichen Beugesehne verzichten, da der Ersatz des Profundus allein genügt, wenn man einen Ring tragen läßt (E. REHN) und durch dessen Widerstand beim Beugen das im mittleren Fingergelenk fehlende Querband ersetzt. Eine zufällig hier in der

Querfurchè verlaufende oder absichtlich geschaffene Narbe kann denselben Dienst tun (Abb. 408 u. 409).

Aber auch ohne diesen Widerstand ist dem Finger, wenn beide Sehnen nur durch ein Profundusersatzstück bis zur Fingerspitze ergänzt wird, möglich, beim festen Fassen eines Gegenstandes diesen mit Kraft mitzuumfassen, da der Druck desselben den nötigen Widerstand gibt. Ist am Finger der Ersatz bis zur Fingerspitze nötig, so wird die Fingerbeere lappenförmig mit proximaler Basis aufgeklappt und das Transplantat am Periost und in seiner Umgebung befestigt.

Bei ausgedehnten Kriegsverletzungen des Unterarmes ist es wichtig, vor Ausführung des Sehnendefektersatzes die Muskulatur auf ihre Funktion bzw. elektrische Erregbarkeit zu prüfen, um auch mit Sicherheit einen gebrauchsfähigen Muskelabschnitt für den Sehnenersatz zu gewinnen. Am einfachsten ist es, die Operation in örtlicher Anästhesie (Leitungsanästhesie) vorzunehmen und nach Freilegung der betreffenden Muskelstümpfe und nach ihrer Loslösung aus den Narbenmassen den Patienten aufzufordern, den betreffenden Finger- bzw. Gliedabschnitt zu bewegen, für dessen Bewegung der Sehnenersatz dienen soll. Man findet dann leicht den zugehörigen Muskel oder kann einen anderen gebrauchsfähigen wählen.

Auch bei Lähmungen kann man die freie Sehnenverpflanzung ähnlich wie die



Abb. 408. Beugung.



Abb. 409. Streckung.

Abb. 408 u. 409. Beugesehnen des Zeigefingers durch freie Sehnenplantation in Verbindung mit Profundussehne ersetzt.

Faszien benutzen, um von gesunden Muskeln aus an benachbarten Sehnen gelähmter Muskeln Brücken zu schlagen oder die Kraft eines Muskels durch unmittelbares Vernähen am Knochen auf einen Gliedabschnitt, z. B. den äußeren Fußrand bei Peroneuslähmung, zu übertragen.

### L. Knochentransplantation.

Ein reiches und dankbares Feld der Wiederherstellungschirurgie ist der Knochentransplantation zugefallen. Sie ist heute in den Händen vieler Chirurgen bei richtiger Technik und Indikation zu einem sicheren Verfahren geworden, um Knochendefekte, Pseudarthrosen und schwerheilende Knochenbrüche zur Vereinigung zu bringen. Der Feind des Gelingens ist hier weniger häufig als wie bei der Gelenkplastik und anderen Gewebsverpflanzungen das Wiederauftreten von Entzündungen durch ruhende Infektionserreger, sondern die Ernährungsschwäche ausgedehnter Vernarbungen. Denn eine gelinde Eiterung schadet wohl dem Transplantat, weckt aber gleichzeitig durch ihren Reiz die übriggebliebenen knochenbildenden Kräfte des angefrischten Defektes, seines Periostes ebenso wie der Periostreste und des parastalen Bindegewebes im Defekt, so daß trotz entstandener Eiterung und Fistelbildung und trotz teilweiser und ganzer Sequestration des Transplantates der gewünschte Erfolg häufig eintritt. Nur darf das Knochenstück nicht eher entfernt werden, als bis im Röntgenbild



genügende Kallusmassen zu sehen sind. Ist auch die Haut über einem Knochendefekt weit vernarbt und so zur Bedeckung eines Transplantates ungeeignet, so muß zuerst die Narbe ausgeschnitten und der Defekt durch eine gestielte Hautplastik ersetzt werden.

Zur Entnahme dient für größere Knochendefekte an den Röhrenknochen hauptsächlich die vordere Tibiacorticalis. Für den Unterkiefer hat sich außerdem der Darmbeinkamm oder ein kräftiges Rippenstück bewährt. Für kleinere Schädeldefekte genügt auch die Entnahme einer Scheibe der Tabula externa.

Bei richtiger Entnahme aus der Tibia mit feinen, schmalgeschliffenen Meißeln ist eine sofortige oder nachträgliche Frakturierung der Tibia nicht zu fürchten. Die Regeneration des sekundären Defektes am Schienbein erfolgt etwa in 6 Wochen. Schon nach 3 Wochen ist der Unterschenkel, den man vorsichtshalber mit einem dünnen Gipsverband versieht, belastungsfähig. Sehr zweckmäßig ist es, einige Tage vor der Vornahme der Operation die Defektstümpfe durch eine geringe Röntgendosis (Reizdosis) zur Wucherung anzuregen.

Das autoplastische Material hat überall, wo es, für periostale Defekte mit eigenem Periost versehen, verpflanzt werden muß, den Vorzug. Homoplastiken aus frisch amputierten einwandfreien Gliedern sind für die Defekte zu brauchen, an welchen gesundes Defektperiost enthalten ist. Die Heteroplastik vom Affen ist von KÜTTNER empfohlen worden. Ich habe sie nur einmal am Schädel verwendet, da ich von ihr bestenfalls eine tote abgekapselte Einheilung oder aber, wie es bei jenem Schädeldefekt eingetreten ist, eine zu rasche Resorption befürchte.

Schon vor dem Kriege stand durch die experimentellen Arbeiten namentlich von BARTH, AXHAUSEN, FRANGENHEIM und durch die klinischen Erfahrungen von mir, STREISSLER u. a. fest, daß zwar das Knochengewebe zum größten Teil zugrunde geht, aber sowohl von seinem eigenen Periost (Transplantatperiost), Mark und Endost, als von den knochenbildenden Kräften der Defektränder unter Verwendung der toten Substanz lebenden Ersatz erhält. Auch die Umformung der Transplantate, je nach der funktionellen Inanspruchnahme, ihre Verdickung oder Verdünnung bis zu fast normaler Knochenform, ist durch zahlreiche Beobachtungen bewiesen.

Bei den Kriegsverletzungen ist nach der Einheilung großer Transplantate in Knochendefekten namentlich nach Schußverletzungen eine Erscheinung beobachtet, welche BIER und MARTIN sogar für häufig halten, daß allmählich wieder an Stelle der alten Pseudoarthrose oder des Defektes das Transplantat schwindet und eine neue Pseudarthrose entsteht. Auch ich habe dieses Vorkommen einige Male beobachtet, halte es aber für selten und durch ein geeignetes Vorgehen für vermeidbar. Bei Nachoperierten ist nämlich als Ursache festzustellen gewesen, daß bei der ersten Operation ein Fehler unterlaufen war, der gerade bei Kriegsverletzungen mit ausgedehnten Vernarbungen leicht gemacht wird, nämlich der, daß das umgebende Narbengewebe nicht überall gründlich genug bis ins Gesunde entfernt wurde. Alte Narben sind aber schlecht ernährt, sie sind kein günstiges Wundbett für die Ernährung des Transplantatperiostes. Freilich ist nicht überall die Möglichkeit vorhanden, die weitgehenden Narben, welche durch die zerrende Wirkung der Schußverletzung und der nachfolgenden Eiterung entstanden sind, peinlich genau zu entfernen. Gelingt es nicht in solchen Fällen, gesunde Weichteile in dichte Berührung mit dem Transplantat zu bringen, so darf man sich nicht scheuen, sehr breite und dicke Transplantate einzuheilen. Bei ihnen ist dann die Gefahr gering, daß die Resorption der Substitution voraussetzt, wie dies geschehen muß, wenn das Transplantatperiost, dem ja die größte Regenerationskraft zukommt, nicht ernährt zugrunde geht.

Es ist aber wie bei allen Transplantaten noch ein wichtiger Punkt zu berücksichtigen. Die Blutung aus dem Wundbett muß so zuverlässig gestillt werden, daß das Transplantat, ähnlich wie der auf eine Wunde aufgepflanzte Epidermis-lappen, rasch mit der gesunden Umgebung verklebt und seine Ernährung nicht durch eine zwischengelagerte Blutschicht verhindert oder erschwert wird.

Unter Berücksichtigung dieser beiden Fehlerquellen wird man das Wiederauftreten von Pseudarthrosen wie allgemein eine zu rasche Resorption der Knochentransplantate verhüten und mißlungene Fälle durch eine wiederholte Operation zur Heilung bringen können. So konnte ich in einigen Fällen, die anderweitig mehrfach ohne Erfolg

operiert waren, durch eine einzige Operation die vorhandene, immer wieder aufgetretene Pseudarthrose dauernd beseitigen.

Die Vereinigung des Knochentransplantates im Defekt soll grundsätzlich so geschehen, daß es in breite Berührung mit seinen knochenbildenden Gewebsteilen kommt. Die breite Anfrischung der Defektstümpfe oder Ränder in schräger oder stufenförmiger Form nach vorhergehender lappen- oder taschenförmiger Abhebung des Defektperiostes sichert bei seitlicher Anheilung des Transplantates das Eintreten einer frühen und guten Verbindung und den Ersatz der absterbenden Knochensubstanz aus den Mitteln der Defektränder. Dabei muß genau darauf geachtet werden, daß das abgehobene Periost mit den Weichteilen in Verbindung bleibt, damit die von diesem eindringenden Gefäße die Ernährung, Erhaltung und Regenerationsfähigkeit sichern. Ebenso müssen Knochenbolzen, die in die Markhöhle eingetrieben werden, genügend weit in dieselbe reichen und festsitzen, um mit dem Endost breit in Verbindung zu kommen. Außerdem dürfen sie nicht mit Periost versehen sein, weil dessen bindegewebige Schicht der knöchernen Vereinigung hinderlich ist.

Bei den Röhrenknochen-defekten ist die Vereinigungsart verschieden, sie richtet sich nach der Form der Knochenstümpfe. Vor allem verträgt das Transplantat keine Fremdkörper, wie Nägel und Schrauben, da es in der Umgebung von Fremdkörpern zu schnell resorbiert wird. Dies habe ich schon 1908 hervorgehoben. Neuerdings sprach sich BIER in ähnlichem Sinne aus. Nur die Drahtumschlingung ohne Durchbohrung des Knochens ist anzuwenden. Die verschiedene Art der Verbindung, je nachdem man das Transplantat als inneren Bolzen oder äußere Schiene verwendet, geht aus nebenstehendem Schema hervor (Abb. 410).

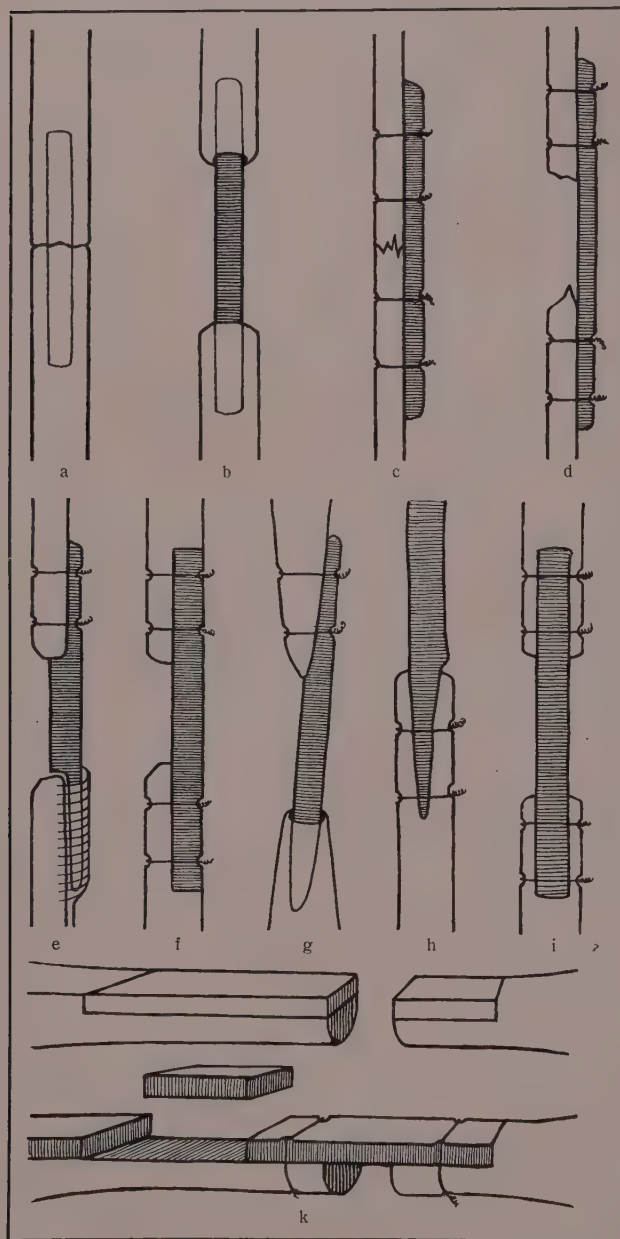


Abb. 410. Schema für die Einfügung der Transplantate.

a) Einfache Bolzung eines Schaftquerbruches (Femur oder Humerus) durch ein periostloses Fibulastück.

b) Bolzung mit einem periostbekleideten Knochenstück (aus der Tibia) bei größeren Defekten. Die Knochenstümpfe sind beiderseits abgerundet, damit zwischen den Weichteilen und dem Transplantat kein toter Raum entsteht.

c) Einfache Schienung eines Knochenbruches ohne Defekt (für die Vorderarmknochen). Das periostbekleidete oder auch, bei gut erhaltenem Periost, periostlose Knochenstück wird mit einigen Drahtumschlingungen festgehalten. Damit die Drahtschlingen nicht rutschen, sind mit Hilfe einer eckigen Luerschen Knochenzange Einkerbungen am Transplantat und an den Knochenstümpfen geschaffen. Eine Durchbohrung des Knochens zum Hindurchführen des Drahtes wird ebenso vermieden wie das Anlegen von Schrauben.

d) Schienung bei Defektersatz in ähnlicher Weise wie bei c.

e) Schienung mit stufenförmiger Gestaltung der Transplantatenden; das obere ist mit zwei Drahtschlingen befestigt, das untere nur in eine Periosttasche hineingeführt, wie ich letztere am Unterkiefer übe. Die dicker gestaltete, abgestufte Mitte des Transplantates sperrt die Stümpfe auseinander.

f) Stufenförmige Anfrischung der Knochenstümpfe und Vereinigung des genau eingepaßten Transplantates mit ihnen durch Drahtschlingen.

g) Seitliche Vereinigung des Transplantates an dem oberen spitzen Knochenende durch Drahtschlingen, unten (breite Metaphyse) durch Einkeilung.

h) Gabelförmige Anfrischung eines Stumpfendes oder umgekehrt eines Transplantatendes bei sehr abgeschrägtem Stumpf.

i) Beiderseits ist eine Längsrinne an den Knochenstümpfen mit dem Hohlmeißel angelegt worden, in welche das mit Drahtschlingen festgehaltene Transplantat einpaßt.

k) Verriegelung aus eigenen Mitteln der Stümpfe. Aus dem einen Stumpf wird eine lange dicke Knochenplatte abgetragen, welche an der Tibia aus der Kortikalis der vorderen Seite besteht, an Schaftknochen mit rundem Querschnitt aber auch bis zur Hälfte des letzteren reichen kann. Dieses kräftige Knochenstück wird, nachdem an dem anderen Ende ein kleineres von entsprechender Dicke ausgeschlagen ist, über den Defekt hinweg verschoben und durch Drahtschlingen festgehalten. In den sekundären Defekt kommt das zweite, von dem anderen Knochenende entnommene Stück von entsprechender Größe. Dies Verfahren gibt viel besseren Halt und zuverlässigere Erfolge als ein ähnliches mit schmalen Knochenleisten angegebene von ALBEE. Die breite Eröffnung der Markhöhle wirkt dabei nicht schädigend, sondern im Gegenteil, für die Knochenentwicklung günstig.

Aus meinem Kriegsmaterial, über welches ich in der „Wiederherstellungschirurgie“ berichtet habe, gebe ich nur einige Beispiele und verweise im übrigen auf das darin enthaltene Kapitel der Knochendefekte und Pseudarthrosen.

Außerdem ist die Knochentransplantation auch zur Verlängerung eines mit starker Verschiebung geheilten Oberschenkelbruches zu verwenden, wenn die von KIRSCHNER angegebene stufenförmige Durchtrennung der Diaphyse entfernt von der Fraktur (wegen der Art der Verschiebung ad peripheriam und ad axin) nicht ausgeführt werden kann.

Großer Defekt der Ulna durch Dumdumverletzung.

24jähriger Unteroffizier Tw., Verwundung am 18. 8. 14. Starke Eiterung mit Entfernung von Knochensplittern und Bleistückchen. Nachdem durch große Spaltung der Knochendefekt unter Exzision der mit Fremdkörpern und Schmutz verunreinigten Narben freigelegt und die Wunde unter starker Eiterung zur Heilung gekommen war, wird am 1. 3. 15 der Defektersatz mit Hilfe eines periostgedeckten Spanes der Tibiakante vorgenommen. Stufenförmige Anfrischung der Knochenenden und Drahtumschlingung. Die beiden periostgedeckten Seiten der Tibiakante liegen dabei so, daß sie nach der Radial- und nach der Beuge- und Streckseite sehen, während die freie Seite des Knochentransplantates ulnarwärts sieht. Trotz abermals auftretender Eiterung und Fistelbildung mit Abstoßung einzelner Fremdkörper kommt es zur festen Einheilung und Vernarbung der Wunde, so daß im September 1915 die Entlassung in die Garnison erfolgen kann. Der Fall ist ein Beispiel für die erfolgreiche Transplantation bei einem stark verunreinigten Knochendefekt mit Hilfe der zeitigen Operation.



Das Röntgenbild vom Februar 1918 (fast 3 Jahre nach der Operation) zeigt, daß das Transplantat mit den beiden Stümpfen fest verwachsen ist, daß es sich unter Annahme einer gewundenen Kontur etwas verbreitert und erheblich verdichtet hat. Vom unteren Radiusstumpf



Abb. 411. Ulnadefekt. Durch Dum-Dum-Verletzung.

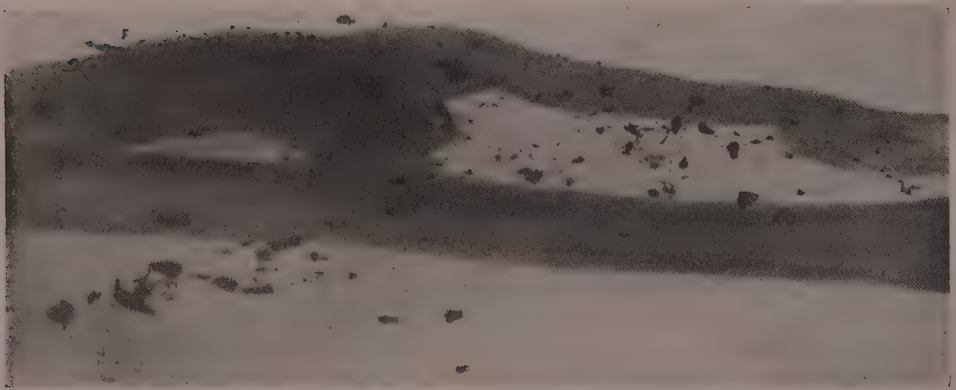


Abb. 412. Derselbe Fall wie bei Abb. 411. 3 Jahre nach Defektersatz.

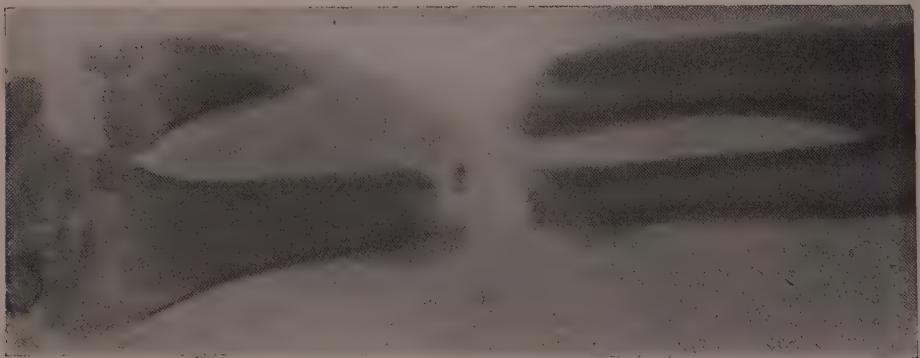


Abb. 413. Radius- und Ulna-Schußdefekt.

ist eine breite Kallusmasse entstanden, welche nach der Röntgenaufnahme eine Synostose mit der Ulna vermuten läßt, doch schreibt Herr Prof. Horz, der den Fall zuletzt behandelt hat, das funktionelle Resultat sei ausgezeichnet (Abb. 411 u. 412).

Defekt von Radius und Ulna am linken Arm nach Gränatsplitterverletzung.

23jähriger Gefreiter W., Verwundung am 27. 8. 17 durch Granatsplitter am linken Arm neben Ellbogenfraktur am rechten Arm durch Fall bei der Verletzung. Nach langwieriger Eiterung mit Auseitern von Sequestern in vernarbtem Zustande auf Wunsch in die chirurgische Klinik zu Jena verlegt.

— Befund: Von der Ulna steht nur am unteren Ende ein etwa 4 cm langer Rest, sodann folgt nach oben ein 6 cm langer Rest. Der Defekt des Radius von etwa 3 cm liegt mehr in der Mitte der Diaphyse (Abb. 413). Entsprechend den großen Knochendefekten freie abnorme Beweglichkeit in der Gegend der Pseudarthrosen (Abb. 414). Verletzungsnarben ziehen quer über die Streckseite des Unterarmes zwischen unterem und mittlerem Drittel. Das Handgelenk ist passiv nur wenig beweglich. Wegen des Auftretens von Fisteln in der Narbe wird Auskratzung mit Entfernung kleiner Knochensplitter vorgenommen.

Am 12. 3. 18 wird zunächst die große breite Narbe exziiert und die Wundränder mit geringer Lappenverschiebung zusammengezogen, um die Gegend des Defektes mit zuverlässiger Haut zu bedecken.

22. 5. 18. Knochenersatz, 3 Monate nach Verschluß der Fisteln und 2 Monate nach der Hautplastik. Zuerst Schnitt an der ulnaren Kante zur Exzision des tiefliegenden Narbengewebes und zur Freilegung des Ulnadefektes, der über 6 cm breit ist. Abstreifen des Periostes von den Knochenstümpfen im Zusammenhang mit den Weichteilen. Innerhalb des Defektes ist kein Periost mehr vorhanden, dagegen ist neben Narbengewebe auch gut aussehende Muskulatur zwischenlagert. Das untere Stumpfende ist spitz zulaufend, das obere abgerundet. Da das untere Ende schon der Metaphyse angehört, wird es zur Einkeilung nach Anfrischung ausgehöhlt und durch Anlegen einiger Kerben in der Kortikalis zur Drahtumschlingung vorbereitet, um durch letztere



Abb. 414.

Derselbe Fall wie bei Abb. 413.

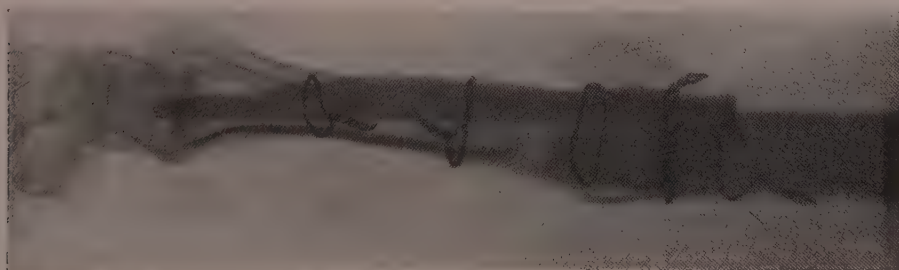


Abb. 415. Derselbe Fall wie bei Abb. 413. 1 Woche nach Ersatz der beiden Defekte.

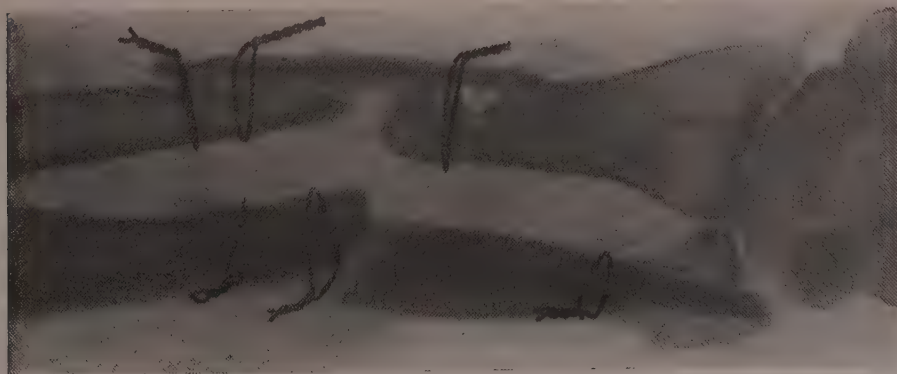


Abb. 416. Ebenso wie bei Abb. 413. Nach 4 Monaten.

die in der weichen Spongiosa unsichere Einkeilung zu sichern. Das obere Ende erhält an der Dorsalseite eine seichte Stufe zur Aufnahme des Transplantates.

Die Freilegung des Radiusdefektes geschieht sodann von einem Schnitt an der radialen Kante aus. Die Stümpfe liegen nach der Exzision der zwischengelagerten Narben über Daumenbreite



Abb. 417.



Abb. 418.

Abb. 417 u. 418. Ebenso wie bei Abb. 413. 4 Monate nach der Operation.

befestigt wird (Abb. 415 u. 416). Das Periost des Ulnatransplantates liegt dorsalwärts, das des Radius-Transplantates radialwärts. Die von den Stümpfen abgeschobenen Periostreste werden möglichst genau um die Vereinigungsstelle herumgenäht. Vollständige Hautnaht, Blattsilber, aseptischer Verband mit Pappschiene.

Nach 4 Wochen wird der Verband abgenommen. Wunden reaktionslos geheilt.

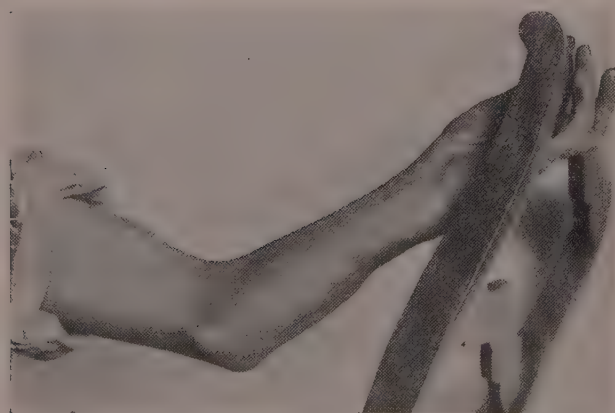


Abb. 419. Ebenso wie bei Abb. 413. 1 Jahr 1 Monat nach der Operation. Heben eines Stuhles.

auseinander. Sie werden nach Abhebelung des Periostes mit den Weichteilen auf ihrer radialen Seite zur Aufnahme des Transplantates angefrischt. Darauf Entnahme von zwei periostgedeckten Knochenspänen aus der linken Tibia. Ein 12 cm langes Stück, welches unten spitz zuläuft, wird in die Ulna-epiphyse eingekeilt, hier durch eine Drahtumschlingung festgehalten, während das obere Transplantatende, in die angelegte Stufe eingepaßt, mittels zwei Drahtschlingen festgehalten wird. Ein zweites, 8 cm langes Transplantat wird zur Schienung der Radiusstümpfe derart verwendet, daß es an der Radialseite auf den Anfrischungsstellen durch Drahtumschlingungen

Knochendefekt nicht mehr beweglich. Anlegen einer abnehmbaren leichten Gipshülse.

15. 7. 18. Knochen völlig fest. Massage, aktive und passive Bewegungsübungen. Stellung der Hand und des Vorderarmes sehr gut. Handgelenk noch nicht völlig beweglich. Streckung der Finger sehr gut, Beugung ermöglicht noch nicht einen vollständigen Faustschluß. Stellung des Vorderarmes in leichter Supinationsstellung, von hier aus um etwa 30° aktiv zu pronieren (Abb. 417 u. 418).

21. 9. 18. Pronation erheblich zugenommen. 1 Jahr 1 Monat nach der Operation das Heben eines Stuhles (Abb. 419).

#### a) Defekte der Mittelhandknochen.

Sie bieten keine Besonderheiten, da die Einheilung stets gut gelingt. Man nimmt zum Ersatz Stücke der Tibiakante, der Rippen oder entsprechende Metatarsalknochen, die man bei demselben oder einem anderen Verletzten bei Gelegenheit einer Operation der schwer verletzten Hand gewinnt.



## b) Phalangendefekte.

Reine Defekte sind selten zu sehen, da die starke Schrumpfung ein Zusammenheilen der Diaphysenstümpfe mit oder ohne Dislokation meist zustande bringt. Vollständige Phalangendefekte kommen nur vor, wenn die zertrümmerte Phalanx wegen Eiterung vollständig herausgenommen war. Ist der Finger stark zusammengeschrumpft, so lassen sich am besten ganze Phalangen samt Gelenkenden einpflanzen, was sowohl für die Grund- als für die Mittelphalanx in Frage kommt und besonders am Daumen wichtig ist. Ich machte schon 1907 (auf Grundlage der Gelenktransplantation) die erste derartige Operation, indem ich eine ganze Phalanx samt ihren beiden Gelenkenden an Stelle einer wegen Chondrom vollständig entfernten einpflanzte. Bei dieser ersten Operation, bei der die Grundphalanx ersetzt wurde, konnte ich eine entsprechend große Grundphalanx aus einem amputierten Fuß entnehmen. Mit der Autoplastik hat HEINRICH WOLFF dies Verfahren zuerst versucht, indem er die Grundphalanx der 2. Zehe opferte und diese wieder mit einem Knochenstück ersetzte. Über ähnliche Fälle habe ich aus meiner Klinik berichtet. Oft finden sich auch an verkrüppelten Händen verlagerte und deshalb sehr störende Phalangen in Narben eingebettet, die entfernt werden müssen, gelegentlich an demselben Patienten. Die Einheilung ist in mehreren Fällen glatt vonstatten gegangen, doch spielten in ihnen die Nervenverletzungen an der ganzen Hand die Hauptrolle und waren so schwer, daß man mit dem erreichten geringen Grade von Funktion zufrieden sein mußte. Jedenfalls bildete die eingepflanzte Phalanx eine gute Stütze für den Finger.

## c) Schädeldefekte.

Bei den Schädeldefekten ist zu unterscheiden, ob es sich lediglich um Lücken des knöchernen Schädeldaches bei gut erhaltener Dura handelt oder ob gleichzeitig Defekte bzw. Vernarbungen der Hirnhäute oder der Hirnoberfläche vorliegen. Daß bei letzteren Fällen von mir zuerst nach Entfernung von Narben die Fettgewebs- einpflanzung vorgenommen wird und die Knochendeckung frühestens nach 3 Monaten folgt, ist schon erwähnt worden. Zur Deckung des Schädeldefektes selbst hat sich die freie Knochentransplantation durch ihre Einfachheit immer mehr Anhänger erobert. Daß der erste berühmte Versuch SEYDELS aus dem Jahre 1889, die Schädellücke aus der Tibia zu decken, erst so spät in der Praxis Nachahmung fand, hat vor allem seinen Grund darin, daß es beinahe noch zwei Jahrzehnte dauerte, bis uns ausgedehnte klinische Versuche von den Bedenken lösten, welche die mikroskopische Feststellung vom Zugrundegehen der Knochensubstanz hervorgerufen hatte. So konnte SIMIN 1900 erst 8 nach SEYDEL operierte Fälle in der Literatur auffinden. Aber daß nach vollgültigen klinischen Beweisen und nach der experimentellen Feststellung vom Erhaltenbleiben bzw. Ersatz frischer periostbekleideter oder periostloser, unter das Defektperiost gebrachter Knochenstücke die Operation nur wenig Anhänger fand, ist auffallend. Ich habe sie seit 1905 stets geübt mit Verwendung von periostbekleideten Tibiastücken bei größeren Defekten, bei kleineren aus der Tabula externa, und darüber schon 1908 berichtet. Die Fülle des Materials im Kriege hat auch hier den Bann gebrochen und dem Verfahren dank seiner Einfachheit viele Anhänger erworben (KÜTTNER, AXHAUSEN siehe NIEDEN).

Bei Verwendung zu dünner Platten sieht man nach einigen Monaten im Röntgenbild sehr starke Atrophie auftreten. Die einfache Anfrischung der Schädeldefektränder durch Abkneifen mit der Lührschen Zange genügt nicht zum Herstellen einer die Verbindung mit dem Transplantat besorgenden Knochenfläche, um so weniger, als es ja im Schädeldefekt gar nicht möglich ist, das Transplantat an allen Stellen des Defektrandes ganz genau einzupassen. Feine Spalten und Lücken treten dann nach Jahren zwischen dem Defektrand und dem Transplantat in Erscheinung, ähnlich wie man es auch bei der Müller-Königschen Lappenplastik mit einem

Hautperiostschällappen sehen kann (SCHÖNBORN-DEHLER 1902). Wie GULEKE feststellte, verdichtet sich das Knochentransplantat erst nach Jahresfrist, was ich bestätigen kann.

Wegen der stark einsetzenden Resorption, welche hier am Schädel wegen des Fortfalles jeglichen funktionellen Reizes das Knochenstück ganz ähnlich befällt wie die subkutane, zur Bildung einer Armnase verpflanzten Knochenplatte, verlangen diese Transplantate, daß sie so dick wie möglich entnommen werden. GULEKE empfiehlt 4—6 mm dicke Platten, während ich bei der Entnahme aus der Tibia für große Defekte dieselben so dick bilde, als die Kortikalis es zuläßt. Bei der Verwendung der Tabula externa für Defekte mäßigen Umfanges sind natürlich für die Gewinnung der Platten die dicksten Schädelstellen in der Nähe des Defektes zu wählen. Dazu wird an der Entnahmestelle das Periost umschnitten und den Schnittlinien entsprechend mit einem V-förmigen Meißel ein Graben bis in die Diploe gemeißelt. Mit dünn geschliffenen geraden Meißeln lassen sich sodann Platten bis zu 6 und 8 cm betragernder Ausdehnung mit einigen Schlägen aussprengen. Die Deckplatte muß größer sein als der Defekt, um breit auf ihren stufenförmig angefrischten Rändern zu ruhen. Zu dieser Anfrischung lege ich ebenfalls mit dem V-förmigen Meißel etwa 2 cm vom Defektrande entfernt einen Graben bis in die Diploe an, parallel den Defekträndern. Sodann wird die Tabula externa mit feinen geraden Meißeln vom Defektrand aus bis in die gezogene Furche fortgeschlagen. Stücke der Tabula externa haben den Vorteil der Wölbung, wenn auch dieselbe selten der des fehlenden Stückes so genau entspricht, daß die Ränder überall auf den Anfrischungsflächen gut aufliegen. Periostgedeckte Stücke, die man ja meistens bei Schädelverletzungen wegen des Fehlens des Defektperiostes braucht, lassen sich aber leicht einknicken, um eine entsprechendere Wölbung zu erhalten. Bei größeren Defekten wird die ganze Breite der vorderen Breite der Tibia corticalis in entsprechender Länge verwendet. Die nötige Wölbung erzielt man dadurch, daß man quer zur Längsachse an verschiedenen Stellen dicht nebeneinander je zwei Sägefurchen anlegt. Hat man die feine, zwischen den beiden Furchen stehengebliebene Kortikalspange mit einer eckigen Kneifzange an allen Stellen ausgezwickt, so besteht das Transplantat aus verschiedenen langen Knochenplatten, welche mit ihrem Periost im Zusammenhang stehen. Nach der Einheilung tritt allmählich von dem Transplantatperiost aus eine völlige feste Verwachsung der einzelnen Platten ein. An zahlreichen klinischen Fällen sowohl von Schädeldefekten als von dem ähnlich ausgeführten Kinnaufbau, welche ich regelmäßig durch Röntgenaufnahmen verfolgte, konnte ich diese Tatsache feststellen, die auch durch experimentelle Versuche von WEHNER erwiesen ist. Entspricht die Breite der Tibiaplatte nicht der Breite des Defektes, so müssen 2 Platten nebeneinandergelegt werden. Doch müssen auch sie sich seitlich genügend berühren, was am besten durch eine entgegengesetzte schräge Anfrischung möglich wird. Geht man nach diesen Regeln vor, so wird man keine Mißerfolge durch Resorption der Transplantate sehen, auch keine Lücken und Spalten erhalten, in welchen Pulsation zu bemerken ist.

Es ist schon bei der Fettgewebstransplantation bemerkt, daß ich bei unverletzter oder nur flach vernarbter Gehirnoberfläche die Tibiatransplantate samt anhaftendem subkutanen Fettgewebe verpflanze, wobei natürlich die Fettgewebsseite nach innen kommt.

#### d) Kieferdefekte.

Der knöcherne Ersatz von Kieferdefekten ist am Oberkiefer bei Eröffnung der Kieferhöhle nach außen nötig und geschieht hier im Anschluß und Verein mit der Gesichtsplastik (siehe diese).

Für Defekte des harten Gaumens empfahl SOERENSEN die an ihren freien Enden gedoppelten Hautlappen, je nach ihrer Entnahmestelle, mit einer Knochenplatte aus der Tabula externa oder dem Schlüsselbein zu versehen, um einen knöchernen Verschuß zu erreichen. Ich halte dies nicht für notwendig, da einfache oder doppelte Hautlappen auch bei großen Defekten allmählich ein für den Gaumen genügende Festigkeit durch Vernarbung erhalten. Außerdem ist das im Lappen enthaltene Knochenstück bei der Unmöglichkeit einer entzündungslosen Einheilung stets so gefährdet, daß es sich wohl selten dauernd erhalten kann.

Am Unterkiefer sind Defekte aller Art und Ausdehnungen durch Knochen transplantation zu ersetzen. Die erste Empfehlung der freien Knochentransplantation für Unterkieferdefekte von SYKOFF im Jahre 1900 fand zunächst keine Nachahmung. Ich habe zuerst 1907 die Operation aufgenommen und 1908 am Chirurgenkongreß über die ersten Versuche mit Homoplastik berichtet. Als autoplastisches Material empfahl ich damals gebogene Rippenstücke samt Periost. Die Einfachheit der Knochentransplantation gegenüber der gestielten Plastik aus dem erhaltenen Unterkieferabschnitt oder aus dem Schlüsselbein und die Unbequemlichkeit der Zahnapparate, welche früher fast ausschließlich bei Unterkieferdefekten Verwendung fanden, brachten der freien Knochentransplantation weitere Verbreitung bei den häufigen Kieferverletzungen. Ich selbst habe etwa 200 Kieferdefekte durch Knochen transplantationen, zumeist an Kriegsverletzten, ersetzt. Auch hier ist die Knochen transplantation mit dem knochenbildenden Gewebe der Knochenstümpfe in breiteste Verbindung zu bringen. Es handelt sich daher nicht nur um Fortnahme aller den Defekt füllenden Narben und um die Anfrischung der in ihnen eingebetteten Defektenden, sondern auch um ihre Herrichtung, um jenem wichtigen Grundsatz zu entsprechen. Ich stelle an ihnen breite und tiefe Periosttaschen durch Abhebeln der Knochenhaut her, und zwar gewöhnlich an der äußeren und unteren Seite oder, wenn die Außenseite von vernarbter Haut bedeckt ist, an der inneren und unteren. Das Transplantat wird beiderseits in die Periosttaschen hineingeschoben. Damit es sich aber in den Defekt hineinsenkt und gleichzeitig die Stümpfe auseinandersperrt, werden die Enden des Knochenstückes stufenförmig gebildet. Die Weichteile werden mit Katgutfäden fest um das Transplantat herumgenäht, eine weitere Befestigung ist in der Regel nicht nötig. Die Herstellung von Zapfen am Transplantat und ihr genaues Einpassen in die Bohrlöcher der Stümpfe habe ich ebenso wie andere mit Transplantation vertraute Chirurgen verworfen.

Die geschilderte Vereinigungsart ist jedoch nur an den seitlichen Abschnitten des Unterkiefers, nicht am Kieferbogen, zu gebrauchen. Hier empfiehlt es sich, den Kieferstumpf zur Aufnahme des Transplantates gabelförmig zu gestalten. Im Notfalle kann man hier zur Befestigung die Drahtumschlingung verwenden, doch muß man sich vor Verletzung der Schleimhaut hüten.

Fehlt außer dem seitlichen Kieferabschnitt auch der Gelenkfortsatz, so muß sich natürlich das obere Transplantatende gegen das Kiefergelenk stützen. KLAPP hat für solche Fälle meine sog. halbe Gelenktransplantation ausgeführt, indem er dem Patienten den 4. Metatarsalknochen samt Gelenkkopf entnahm und einpflanzte. Für notwendig halte ich am Kiefergelenk eine Gelenkkopftransplantation nicht. Es kommt hier nicht zur Verwachsung, auch wenn ein knorpelloses Knochenstück in die Pfanne eingepflanzt wurde. Denn die Pfanne ist in allen Fällen nach der Verwachsung oder nach eitriger Abstoßung des Gelenkkopfes stets mit Narbe bedeckt und wird auch nach der Herausnahme des Gelenkfortsatzes nicht angefrischt. Es ist nur nötig, das Transplantat an seinem für die Pfannengegend bestimmten Ende abzurunden, was sich an jedem Knochenstück auch an einer Rippe leicht erreichen läßt, namentlich wenn man an ihr die Knorpelgrenze in Ausdehnung von etwa 1 cm mitreseziert hat.

Als Material steht die Vorderkante der Tibia, der Kamm der Darmbeinschaukel und eine Rippe zur Verfügung. Gelegentlich habe ich auch einen Meta-



karpal- oder Metatarsalknochen, welcher an demselben Kranken wegen gleichzeitiger Verletzung mit störender Verlagerung entfernt werden mußte, einmal ein Stück des Schulterblattrandes verwendet. Fünfmal verwandte ich homoplastische Transplantate, wenn aus Knochen anderer Patienten Material übriggeblieben war. Für den Ersatz des Mittelstückes genügt in der Regel weder die Biegung des Darmbeinkammes noch einer Rippe. Ich habe hier eingesägte periostbedeckte Tibiastücke verwendet, oder aus der Darmbeinschaukel aus der Mitte einen breiten Keil entnommen, so daß das Transplantat eingeknickt werden konnte, um einen genügenden Kinnvorsprung zu erhalten. Defekte auf beiden Seiten des Unterkiefers können gleichzeitig oder nacheinander ersetzt werden.

Für die Operation und während der Einheilung ist die Feststellung der Kieferstümpfe durch eine zahnärztliche Schiene notwendig (siehe Kieferverletzungen und LIMPert in LEXER, Wiederherstellungschirurgie).

Über den Verlauf und Enderfolg der Knochentransplantationen bei Unterkieferdefekten ist zu sagen, daß man in der Regel nach 3—4 Wochen eine genügende Festigkeit erreicht, so daß der zahnärztliche Apparat entfernt werden kann. Tritt die Festigkeit an der Vereinigungsstelle nicht auf, so ist sie leicht durch eine Nachoperation zu erzielen. Dabei müssen die Narbenmassen entfernt werden, welche sich zwischenlagert hatten, teils infolge ungenügender Periosttätigkeit, teils infolge von Blutergüssen, oder schließlich hervorgerufen durch Entzündungen, die sich von Dekubitusstellen der Schleimhaut aus fortgesetzt hatten. Eine völlige Resorption nach Einheilung habe ich niemals gesehen, wohl aber die eitrige Ausstoßung ganzer Transplantate. Trotzdem sind solche Fälle noch durch abermalige Knochentransplantation zur Heilung gelangt. Wichtig war in einem Falle von doppelseitigem Defekt, der gleichzeitig gedeckt worden war, daß auf der einen Seite das Knochenstück einheilte und eine feste Verbindung herstellte, trotzdem ein schweres Schleimhaut- und Hauterysipel der Operation folgte. Das andere Stück stieß sich nach Fistelbildung ab.

Eine besondere Aufgabe ist die Wiederherstellung des Unterkiefers bei gleichzeitig durchgehendem Defekt sowohl der Wange wie der Kinngegend. Die Knochentransplantation folgt hier erst dem plastischen Schleimhaut- und Hautersatz. Bei den großen Unterkiefer- und Kinndefekten, wie wir sie kaum je in der Friedenspraxis zu sehen bekommen, handelt es sich um den Wiederaufbau der ganzen Kinngegend (Kinnaufbau). Nach dem Weichteilersatz habe ich bei größeren Defekten die beschriebene Herstellung des Kieferbogens mittels eines mehrfach eingesägten periostgedeckten Tibiastückes erreicht. Bei kleineren genügten Rippenstücke oder Teile der Beckenschaukel.

Kinnaufbau mit Halshaut- und Kopfhautlappen. Kieferbogen aus der Tibia. 26jähriger Ersatzreservist Schw., Verletzung am 9. 3. 16. Ausgedehnter Kieferdefekt nach Granatschußverletzung (Abb. 420). Während der Wundbehandlung im Kieferlazarett Nürnberg wird eine Zinkgußschiene nach LIMPert verfertigt, welche mit einem Kinnfortsatz den Defekt äußerlich verschließt (Abb. 421). Bei der Überweisung in meine Klinik steht die Halshaut in unmittelbarer Verbindung mit der Unterfläche der Zunge. Das Lippenrot ist auf beiden Seiten erhalten.

Operation am 14. 10. 16. Ablösung der Lippenrotlappen von beiden Defekträndern. Aus der Halshaut wird ein der Breite des ganzen Defektes entsprechender, 5 cm langer Hautlappen gebildet, dessen Basis oben an der Zunge liegt. Dieser Lappen ist bestimmt, nach oben geklappt, Mundboden und Unterlippenschleimhaut zu ersetzen, was in diesem Falle wegen Fehlens der Behaarung möglich ist. Die Lappenränder werden seitlich mit der angefrischten, von den Kieferstumpfnarben abgelösten Wangenschleimhaut vereinigt. Die Lippenrotlappen werden an dem oberen Lappenrand mit ihrem Innenrand festgenäht. Über die Wundfläche des Halshautlappens kommt ein Kopfhautlappen aus der rechten Schläfengegend, dessen oberer Rand ebenfalls mit den Lippenrotlappen umsäumt wird (Abb. 422).

25. 10. 16. Durchschneidung des Lappenstieles und Zurückpflanzen desselben.



Abb. 420.  
Großer Kieferkinndefekt nach Granat-  
schußverletzung.



Abb. 421.  
Derselbe nach Vernarbung mit Zinn-  
gußschiene (Verschlußkloß  
zur Plastik entfernt).



Abb. 422.  
Kopfhautlappen kurz vor Zurück-  
pflanzung des Stiches.

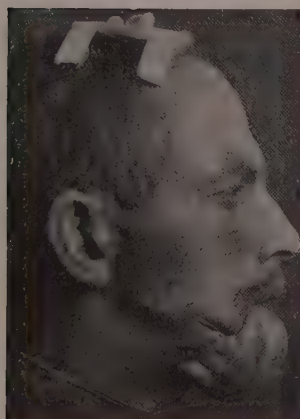


Abb. 423. Nach Ersatz des  
Kieferbogens.



Abb. 424. Nach Korrektur  
der Narben.



Abb. 425. Nach 2 Jahren.



Abb. 426.

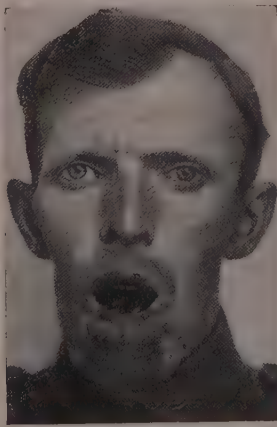


Abb. 427.



Abb. 428.

Abb. 426—428. Nach 2 Jahren.

8. 12. 16. Der Kinnhautlappen wird am unteren Rande abgelöst und zur Hälfte nach oben von seiner Unterlage, dem Halshautlappen, abgetrennt. Beiderseits werden die Kieferstümpfe freigelegt, angefrischt und an ihrer Außenseite eine Periosttasche abgelöst.

Aus der Tibia wird ein langer, fast zweifingerbreiter Periostknochenspan ausge-meißelt und, wie oben beschrieben, zweimal durch Einsägen gebrochen. Seine Enden werden stufenförmig gebildet, um in den Periosttaschen der Kieferstümpfe Platz und Halt zu finden. An den Enden muß das Periost, da es wegen der nötigen Knickung nach innen zu liegen kommt, eine Strecke weit fortgenommen werden, damit in der Periosttasche Knochen mit Knochen in Berührung kommt.

Nach 5 Wochen feste Einheilung des ganzen Transplantates.

Das derart hergestellte Kinn war anfangs etwas stark vorspringend (Abb. 423), die Knochenstücke zu breit, so daß sie bei Gelegenheit von Narbenkorrekturen am unteren Rande etwas gekürzt wurden (Abb. 424). Da der Patient wegen anderweitiger schwerer Verletzung am Oberarm mit Radialislähmung noch lange in Behandlung war, zeigen die Abb. 425—428 den Zustand nach 2 Jahren. Das Röntgenbild ergibt einen lebenden Kieferbogen (Abb. 429).



Abb. 429. Kieferbogen desselben Falles nach 2 Jahren, hergestellt aus 3 Tibiatransplantaten.

Für andere Fälle, in denen die Halshaut nicht unmittelbar mit den Resten der Mundbodenschleimhaut in Verbindung stand, bewährte sich der von mir zur Wangenplastik angegebene, in der Schläfengegend breitgestielte Stirnhautlappen, dessen pistolengrifförmiges, aus der Stirnhaut bestehendes Ende eingeschlagen, die Schleimhautseite der Unterlippe zu ersetzen hat.

Unter 25 Fällen von Kinn-aufbau konnten 20 fertiggestellt und mit gutem Resultat entlassen werden. Die Halshaut eignet sich zum Kinnaufbau nicht. Sie ist zu schlaff und die sekundären Narben am Halse sind unangenehm. Die Kinnplastik über einer den Vorsprung des Kinnes bewirkenden

Prothese vorzunehmen, halte ich wegen Dekubitusgefahr für unzweckmäßig (vgl. Beispiele in: Wiederherstellungschirurgie).

### M. Knorpeltransplantation.

Knorpelgewebe ist zur freien Verpflanzung außerordentlich geeignet. Das anhaftende und mitverpflanzte Perichondrium sichert den Ersatz zugrunde gehender Teile (MARCHAND). Aber auch die am Leben gebliebenen Zellen geraten in Wucherung und die Knorpelsubstanz bleibt erhalten (V. MANGOLDT, AXHAUSEN). Daher sieht man nur selten eine Resorption eintreten, falls nicht Blutergüsse die Operation verhinderten. Nur bei Syphilitikern sah ich fast regelmäßig einen allmählichen Schwund.

Zur Entnahme dienen die Knorpel des Rippenbogens, aus denen man sowohl breite Platten mit einem flachen Meißel als Spangen mit einem Hohlmeißel ausschneiden kann. Der konkave Rand eines hier mit der nächstunteren Rippe zusammengewachsenen Knorpels läßt sich für den Rand der Augenhöhle verwenden.

Vor allem ist die Knorpeltransplantation eine wichtige Hilfsoperation bei Gesichtsplastiken. Die Leichtigkeit, mit der das Transplantat entsprechend geformt werden kann, gibt ihm für manche Zwecke den Vorzug vor der Knochentransplantation. Die



traumatische Sattelnase läßt sich leicht durch die subkutane Einlagerung eines entsprechend zugeschnittenen Knorpelstückes mit einem normalen Nasenrücken versehen. Es braucht hierzu nur ein kleiner Querschnitt nahe der Nasenwurzel angelegt zu werden, von dem aus die Haut des eingefallenen Nasenrückens, soweit es nötig ist, mit Hilfe eines geschärften Elevatoriums von der Unterlage abgehoben wird. Dabei läßt sich auch die Nasenspitze heben, wenn es notwendig ist.

Der Rand der Augenhöhle läßt sich bei Schußdefekten durch Einlagerung von Knorpel wiederherstellen, falls es sich dabei nicht gleichzeitig um Schädeldefekte handelt, welche einen knöchernen Verschuß erfordern. Neben dem unteren Augenhöhlenrand waren nicht selten auch der äußere samt der Gegend des Jochbeines zu ersetzen.

Leutnant B., verwundet am 5. 4. 18. Zertrümmerung des Jochbeines und des Orbitalbodens mit Verlust des Auges und Zerreißung der Wange. Durch außerhalb ausgeführte plastische Operation wird der äußere Wangendefekt gedeckt. In dem Abb. 430 und 431 abgebildeten Zustande sucht der Patient am 21. 6. 20 die chirurgische Klinik Freiburg auf. Aus dem Rippenbogen wird ein großes dreifußförmiges Stück entnommen aus der Gegend, wo zwei Knorpel miteinander verwachsen sind.

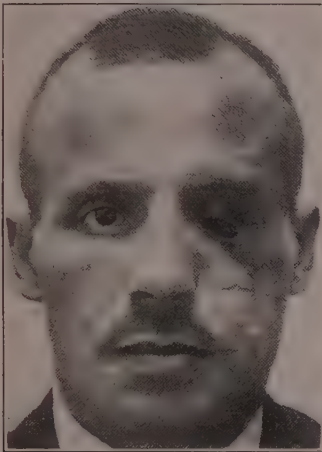


Abb. 430.



Abb. 431.

Abb. 430 u. 431 Defekt des Jochbeins, des unteren und äußeren Orbitalrandes und des Orbitalbodens.

Dadurch wird der untere und der äußere Orbitalrand und der Vorsprung der Jochbeingegend wiederhergestellt (s. Abb. 432 u. 433).

In einigen Fällen von offener Kriegssattelnase dienten dünne Knorpelplatten zur Verbesserung der Form des seitlichen Nasenabschnittes nach dem Ersatz des Nasenrückens.

Nach Zertrümmerung des Oberkiefers mit Zerstörung des Orbitalbodens sinkt sehr häufig die Augenhöhle infolge der Vernarbung mit oder ohne erhaltenen Bulbus nach unten. Bei erhaltenem Augapfel läßt sich der Boden der Orbita durch Einlagerung von Knorpel wiederherstellen und der Bulbus wieder heben und stützen. Zu letzterem Zweck ist es an Stelle der gebogenen Knorpelspangen notwendig, Keile aus dem Rippenknorpel unter den Bulbus einzuschieben.

Musketier St., verwundet am 3. 5. 17, Aufnahme im September 1917. Linker Nasenflügel und angrenzende Wange stark vernarbt, ersterer nach unten verzogen. Linke Nasenseite fehlt, linke Nasenhöhle geöffnet. Unterer Augenhöhlenrand hat einen zweiquerfingerbreiten Defekt. Die Lidspalte steht quer mit leichtem Ektropium des Unterlides und ist mit dem Augapfel nach unten gesunken.

Januar 1918. Der obere, nach innen verzerrte Hautrand des Nasen-Wangen-Defektes wird derart umschnitten, daß ein breiter Lappen nach innen geklappt die Nasenhöhle verschließt. Der linke

Nasenflügel wird bogenförmig umschnitten, die Haut der Wange nach Ausschneiden der queren Narbe an ihr weithin gelöst, so daß die Vereinigung der Hautränder über dem eingeschlagenen Lappen gelingt. Mai 1918, nach guter Heilung wird mit einem Schnitt, der neben der Nase in der Nasolabialfalte beginnt, zum Augenwinkel hinaufzieht und dort zum Oberlid umbiegt, die Wangenhaut und die Haut unterhalb des Auges bis nahe an den Unterlidrand abgelöst, wobei sie beweglicher

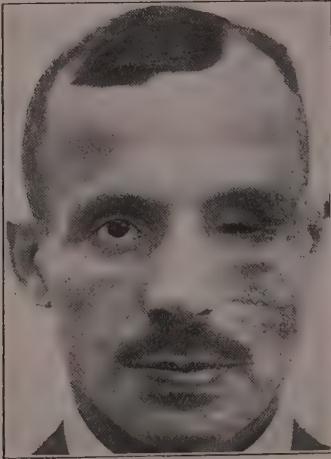


Abb. 432.



Abb. 433.

Abb. 432 u. 433. Nach Knorpelunterlagerung.

nach oben wird. Die darunterliegenden Narbenmassen setzen sich tief auf den Knochen fort. Der Orbitalrand fehlt vollständig und das Auge ist etwa daumenbreit nach unten gesunken und narbig verzerrt. Nachdem die Fettkapsel des Bulbus von den Narben gelöst ist, wobei das Rectus inf. aus den Narben befreit wird, läßt sich der Bulbus nach oben drücken. Um diese



Abb. 434.

Senkung des Augapfels nach Oberkieferverletzung, Defekt des unteren Orbitalrandes und -Bodens.



Abb. 435.

Stellung des Augapfels nach Herstellung des Orbitalbodens und -randes durch Knorpelkeile.

Stellung zu erhalten, werden 3 aus Rippenknorpel gebildete Keile von 4 cm Längenebeneinander unter den Bulbus eingeschoben und mit Katgut befestigt. Sie finden unten ihren Halt an den übriggebliebenen Teilen des Oberlides und ersetzen gleichzeitig durch geringes Vorstehen den Margo infraorbitalis. Der untere Lidwinkel wird ebenfalls vom Knochen gelöst, da er hier wegen der früheren Exstirpation des Tränensackes stark narbig befestigt ist; darauf wird er mit Hilfe des bogenförmigen Schnittes etwas nach oben verlagert. Hautnaht. Blattsilber (Abb. 434 u. 435).

Zur Herstellung des knorpeligen Abschnittes der Nase mittels eines Armlappens kann man an Stelle einer Knochenplatte eine breite Knorpelplatte subkutan einheilen. Sie hat den Vorteil, daß sie dünner als der Knochen gebildet werden kann, infolgedessen die Nasenatmung weniger behindert wird, aber den Nachteil, daß sie nicht fest auf der Unterlage verwächst wie jene. Infolgedessen läßt sich kein weiterer Aufbau durch Unterlagerung von Knorpel an der Spitze vornehmen, falls dieses nötig ist. FRITZ KÖNIG hat dazu den Ohrknorpel verwendet.

Ganze Stücke aus der Ohrmuschel samt der doppelten Hautdecke kann man nach FRITZ KÖNIG in Keilform entnehmen, so daß die Ohrmuschelwunde linear vereinigt werden kann, und fehlende Nasenflügel durch freie Plastik ersetzen. Das Verfahren gibt häufig gute Einheilung und ausgezeichnete Erfolge. Ich verwendete es gelegentlich auch für die Nasenspitze.

Schließlich läßt sich eine Knorpelspange auch unter der Haut des Penis einheilen, um nach Vernarbung eines Durchschusses den bei der Erektion schlaff bleibenden peripheren Abschnitt zu stützen. Bei einem derartigen Fall bekam ich gute Einheilung und gewünschten Erfolg.

### N. Gelenktransplantationen.

Für große Gelenkdefekte wäre das ideale Wiederherstellungsverfahren die Gelenktransplantation, für deren Gelingen und deren Dauererfolge ich seit 1907 genügend Beweise erbracht habe. Aber bei den Kriegsverletzten begegnet diese nur bei genauester Aseptik gelingende Operation schon wegen der zumeist in der Gewebsnarbe enthaltenen Infektionserreger, ferner wegen der Vernarbung der Umgebung und der bedeckenden Haut großen Schwierigkeiten. Außerdem ist sie mit Vorteil nur bei gut erhaltener Muskulatur zu verwenden und kann das Transplantat nur bei Gelegenheit einer Amputation, wenn ein entsprechend gesundes Gelenk dabei in Fortfall kommt, gewonnen werden. An der Front wäre Gelegenheit genug gewesen, frisch aus der Leiche von rasch nach der Verletzung Gestorbenen ein Gelenk zur Verpflanzung zu gewinnen. Aber es sträubte sich erstens das Gefühl dagegen, den im Kampf ums Vaterland Gefallenen noch zu diesem Zweck zu benützen, zweitens fehlte in solchen Fällen die nötige Voruntersuchung auf Lues.

Nur ein einziges Mal konnte ich sofort nach dem Tode aus der Leiche eines Gesunden, durch Schädeltrauma Gestorbenen, beide Gelenkenden des Ellbogens von entsprechender Länge entnehmen, um den Ersatz eines großen Ellbogendefektes an einem Kriegsverletzten zu versuchen. Aber die Weichteile waren bereits so stark geschrumpft, daß sie nur mit großer Spannung über den sonst gut sitzenden und jederseits durch Knochenbolzen befestigten Gelenkabschnitten zusammenzubringen waren. Die Nähte hielten deshalb nicht, der Knochen lag bald frei und wurde wegen Nekrose herausgenommen.

Ein zweites Mal machte ich an einem Kriegsverletzten diesen Versuch ebenfalls an einem ausgedehnten Ellbogendefekt, als mir in meiner Klinik ein frisch wegen trockenen angiosklerotischen Brandes amputierter Arm zur Verfügung stand. Vom Humerusende wurde ein 12 cm langer Abschnitt, von der Ulna ein 5 cm langer eingepflanzt. Nach 8 Wochen konnte mit Bewegungen begonnen werden. Die Knochenenden waren fest geheilt. Da hatte der Patient das Unglück, auf einer Steintreppe zu stürzen und so heftig auf das ersetzte Ellbogengelenk aufzufallen, daß er einen großen Bluterguß bekam, die Narben aufbrachen und sich Fistelbildungen einstellten. Im weiteren Verlauf stießen sich Knochensequester ab, doch blieben große Knochenabschnitte eingeheilt. Das Gelenk blieb zunächst schlotternd, so daß Nachoperationen nötig sind.



Eine weitere Gelegenheit, die ausgedehnte halbe oder Gelenkkopftransplantation auszuführen, fand sich wegen Mangels an homoplastischem Material nicht. Nur autoplastisch wurden, wie schon erwähnt, Zehenphalangen samt ihren Gelenkenden in die Finger übertragen, während KLAPP den 4. Metatarsalknochen zum Unterkieferersatz verwendet.

## **O. Organtransplantationen.**

Die Verpflanzung ganzer Organe, von allen freien Transplantationen wegen der nötigen Homoplastik am wenigsten erfolgreich, ist an Kriegsverletzten wohl kaum versucht worden. Es könnte sich einzig und allein um diejenigen Organe handeln, deren Einpflanzung während der Resorptionszeit die innere Sekretion eines fehlenden Organs ersetzen kann. Hier kämen nur die Epithelkörperchen und die Hoden in Betracht.

## **2. Gestielte Plastik.**

### **A. Gestielte einfache Hautlappen.**

Die gestielte Hautlappenbildung zum Ersatz eines benachbarten oder entfernt liegenden Defektes der Haut ist seit alten Zeiten die Grundlage der plastischen Operationen überhaupt. Man denke nur an die alten indischen Verfahren der Nasenplastik aus der Stirne und an das von TAGLIACOZZA aus dem Arm. Zwar legen wir heute weniger Wert auf die komplizierte Umschneidung der Ersatzlappen wie die alten Chirurgen, denen es wegen der Gefahren des Wundverlaufes darauf ankommen mußte, nachträgliche Operationen möglichst auszuschalten. Deshalb sind die verschiedenen Lappenverfahren heutzutage wesentlich gegen früher vereinfacht. Dagegen sind für die Stielbildung neue Verfahren ersonnen worden, und für die Gesichtsplastik kommt immer mehr der von mir stets vertretene Grundsatz zur Anerkennung, daß sekundäre Defekte und Narben zu vermeiden sind oder letztere in die normalen Furchen fallen sollen. Durch diesen Grundsatz sind viele ältere Verfahren aus der Gesichtsplastik verschwunden.

Wir unterscheiden den einfachen Stiel, den doppelten beim Brückenlappen, den an seinen Enden durch Einschlagen verdoppelten Lappen, den Wanderlappen, den Kriechlappen, den Umkipplappen, den Rotationslappen. Bei allen diesen Formen ist die gute Ernährung des Lappens zu berücksichtigen. Nach Möglichkeit liegt der Stiel zentralwärts und enthält die in der betreffenden Gegend verlaufenden größeren Gefäße (*Arteria temporalis*, *Arteria maxillaris externa*, *coronaria labii* u. a.). Ein Lappen, dessen Stiel mit solchen Arterien ausgestattet ist, kann sehr lang und breit gebildet werden, ohne in seiner Ernährung zu leiden.

Ausgiebigsten Gebrauch machen wir in der Gesichtsplastik von dem in der Schläfengegend gestielten Stirnkopfhautlappen, denn die sekundären Narben und Defekte sind später kaum mehr auffallend und die Ernährung des Lappens durch die *Arteria temporalis* gestattet die Bildung sehr langer Lappen auch mit breiten Enden, so daß eine doppelte Stielbildung niemals nötig ist. Dabei wird die Stirne häufig gleichzeitig zum Schleimhautersatz herangezogen, indem man z. B. bei der Wangenplastik oder der Wiederherstellung des Kinnes und der Unterlippe dem freien Ende des Lappens eine pistolengriffartige Form gibt, den aus unbehaarter Stirnhaut bestehenden Teil zur Verdoppelung des Lappens einschlägt und so zum Schleimhautersatz verwendet. Die Stirnhaut wird sonst zur Herstellung der Stirnnase gebraucht. Zur Plastik aus der Wange sind gestielte Lappen für gewöhnlich nur aus der Gegend der Nasolabialfurchung zu verwenden, deren Stiel in der Nähe des Nasenflügels liegt. Gestielte Lappen aus der Halshaut, wie sie v. LANGENBECK zu seiner Lippenplastik umschnitten, HAHN, ISRAEL für

Wangendefekte gebildet haben, sind in der Kriegschirurgie zur Deckung von Wangen- und Lippenschleimhautdefekten oder Hautdefekten in der Kinngegend von manchen Chirurgen bevorzugt worden. Ich habe den Halshautlappen nur verwendet, wenn es bei bestimmten Formen von Defekten der Kinngegend möglich war, nach dem Einschlagen eines breitgestielten Lappens nach oben zum Schleimhautersatz, den ganzen ursprünglichen Defekt samt dem hinzugekommenen sekundären mit einem einzigen äußeren Lappen zu bedecken. Denn sekundäre Defekte der Halshaut nach der Lappenentnahme haben die unangenehme Eigenschaft, gleichgültig ob sie mit Epidermis gedeckt oder primär durch Heranziehung der Defektränder geschlossen waren, daß sie schrumpfende, oft strangförmige Narben zurücklassen, welche die Wangen- und Kinnhaut, namentlich nach plastischem Ersatz, herabziehen oder entzündlichen Reizungen durch Reiben und Scheuern am Hemdbund und Kragen unterworfen sind. Auch ist die Halshaut zu weich und widerstandslos, um für die Kinngegend auf die Dauer eine gute Form zu geben (vgl. Beispiele in Wiederherstellungschirurgie).

Der gestielte Lappen, der nach dem sog. italienischen Verfahren aus entfernten Körperstellen, aus der Haut des Ober- oder Unterarmes entnommen wird, ist zu den verschiedensten Zwecken für Gesichtsplastik zu gebrauchen, so für Teildefekte der Nase, für die ganze Nasenplastik, für äußere Wangen- und Kinndefekte (siehe Gesichtsplastik).

Zur Bedeckung von Hautdefekten am Unterschenkel dient der gestielte Lappen aus dem anderen Bein. Für große Hohlhand- und Fingerhautdefekte kann man breitgestielte Lappen aus dem Ober- oder Unterarm der anderen Seite entnehmen und die Vereinigung an den bequem übereinandergekreuzten Armen herbeiführen.

Wo der einfache Stiel nicht genügend Sicherheit für die Ernährung bietet, tritt der doppeltgestielte Brückenlappen in seine Rechte. So verwendet man die Morgansche Visierplastik zum Ersatz der Unterlippe und der Kinnhaut, indem man einen großen Bogenschnitt von einer submaxillaren Gegend zur anderen parallel dem bogenförmigen Defektrande unter dem Kinn verlaufen läßt, die umgrenzte Brücke von der Unterlage löst und nach oben verzieht. Außerdem sind zur Umhütung eines Fingers aus der Brust- oder Bauchwandhaut oder des Penis aus der letzteren diese doppeltgestielten Lappen häufig anzuwenden.

Der gestielte Lappen aus der entfernten Körperstelle ist manchmal nicht unmittelbar auf den Defekt zu verpflanzen, z. B. wenn die sonst gut geeignete Entnahmestelle des Armes durch Narben zerstört ist. Man kann dann einen gestielten Lappen aus der Brusthaut zunächst am Arm zur Anheilung bringen; nach der Stieldurchtrennung und zuverlässigen Ernährung läßt sich das Material mit dem Defekt in Verbindung bringen (Wanderlappen).

Als Kriechlappen habe ich eine Lappenbildung bezeichnet, bei welcher der entfernt vom Defekt gestielte längliche Lappen zunächst so umschnitten wird, daß sein ernährender Stiel in der Richtung nach dem Defekt liegt. Der Lappen wird gefaltet aufgestellt, so daß das Lappenende um etwa Dreiviertel der Länge des ganzen Lappens gegen den Defekt vorrückt. In der zweiten Sitzung wird der ehemalige Stiel des Lappens durchtrennt, der Lappen entfaltet und gegen den Defekt zu auf entsprechend angefrischter Unterlage verschoben. Nach Bedarf wird dies öfter wiederholt. So läßt sich z. B. nach Vernarbung der Kopfhaut die noch mit Haaren besetzte Nackenhaut zum Ersatz der Augenbraue verwenden.

Als Umkipplappen bezeichnete KAPPIS ein Lappenverfahren, bei welchem zum Unterschied vom Kriechlappen der nach dem Defekt zu, aber entfernt von ihm gestielte Lappen zuerst umgeschlagen wird, so daß seine Wundseite nach außen sieht. Der freie Rand wird zunächst unter dem Defektrand vernäht. Er wird dann, nach Durchschneidung des Stieles zum abermaligen Umschlagen, selbst zum Stiel. Für

schlecht ernährte Gebiete, wie Geschwüre am Unterschenkel, schlecht heilende Wunden mit vernarbter Nachbarschaft ist das Verfahren empfohlen.

Eine eigenartige Art von Lappenbildung stammt von ESSER. Die Haut eines gut ernährten Bezirkes wird nach allseitiger Umschneidung bis auf den etwa in der Mitte die ernährende Arterie enthaltenden Abschnitt von der Unterlage abgelöst. Wie eine Scheibe kann dann der ganze Lappen um diesen Gewebsteil gedreht werden. ESSER verwandte diesen Rotationslappen aus der Wange mit der Arteria maxillaris externa. Er zeigte, daß mit dem Verfahren mancher Gesichtsddefekt gedeckt werden kann. Es hat den Vorteil, daß sekundäre Defekte vermieden werden und die entstehenden Narben in natürliche Gesichtsfalten verlegt werden können, aber den Nachteil, daß seine Ausführung sehr langwierig und blutreich ist und daß die ersetzte Gegend nach der Heilung meist eine viel zu straffe Spannung aufweist, um die noch nötigen Unterpolsterungen mit Fettgewebe oder Knorpel zu gestatten.

### B. Schleimhautlappen.

Einfache Schleimhautlappen kommen am häufigsten und hauptsächlich zur Deckung des weichen Gaumens in Frage, bei kleineren Lappen einfach gestielte, bei größeren brückenförmige nach dem bekannten v. Langenbeck'schen Verfahren der Uranoplastik. Meist sind sie hierzu gleichzeitig mit Periost versehen, also nicht mehr reine Schleimhautlappen, sondern zusammengesetzte. Außerdem sucht man durch Schleimhautlappen das verlorene Lippenrot zu ersetzen, teils aus Resten desselben, teils aus der Schleimhaut der Lippe oder Wange.

Eine besondere Form der gestielten Schleimhautplastik ist die Herstellung eines Septum cutaneum aus der Oberlippenschleimhaut, wie ich es vor vielen Jahren angegeben habe. Der oben an der Umschlagsfalte gestielte Schleimhautlappen wird hier durch einen kleinen Querschnitt dem normalen Fußpunkte des Septum entsprechend nach außen herausgezogen und sein Ende mit der Nasenspitze vereinigt.

Kleinere Lappen aus der Unterlippe lassen sich zur Umsäumung der Oberlippe bei Lippenrotdefekten, Lappen aus dem Mundboden und der Zunge bei inneren Wangendefekten verwenden.

### C. Zusammengesetzte Lappen.

Obgleich die klassische Methode von PIROGOFFS osteoplastischer Amputation des Fußes, die als Vorbild aller osteoplastischen Amputationsmethoden betrachtet werden kann, gleichzeitig das erste Beispiel von mit Knochen zusammengesetzten Hautlappen ist, so konnten sich doch die Bildung und Verwendung der letzteren erst auf der Grundlage des bekannten, von FRANZ KÖNIG für die Nasenplastik aus der Stirne, von KÖNIG und W. MÜLLER zur Deckung von Schädeldefekten erfundenen Haut-Periost-Knochen-Schälliblattes aus der Tabula externa entwickeln. Heute findet ein solch zusammengesetzter Lappen nicht nur für den ursprünglichen Zweck Verwendung, sondern nach W. MÜLLER auch zur Befestigung einer Pseudarthrose der Tibia, wozu man ihn in ähnlicher Weise aus der Tibiakortikalis bildet. Auch kann man Lappen aus der Brusthaut mit einer Sternumplatte ausstatten, wie dies SCHIMMELBUSCH zur Deckung von Trachealdefekten zuerst durchgeführt hat, oder mit dem Halshautlappen ein Stück der Klavikula-Kortikalis zum Ersatz eines Unterkieferdefektes verpflanzen, oder aber, wie dies ISRAEL tat, einen Hautlappen des Unterarmes mit einer Spange der Ulna zur Nasenplastik im Zusammenhang lassen. Auch braucht das Knochenstück nicht an Ort und Stelle der Lappenbildung entnommen zu werden, sondern kann durch freie Plastik, wie bei der Bildung der Arminase, vor der Umschneidung und Verpflanzung des Lappens eingeheilt werden. In ähnlicher Weise läßt sich der Lappen durch vorherige Unterlagerung einer Knorpelspanne oder -platte zur Bildung eines Orbitalrandes ausstatten.



Zu den zusammengesetzten Lappen gehört auch die gestielte Verlagerung eines Stückes aus der Ohrmuschel zum Ersatz der Lider (BÜDINGER) oder der Nasenspitze (FRITZ KÖNIG) und von Defekten der Trachea aus einer Platte des Schilddrüsens (FRITZ KÖNIG).

Gestielte Periostknochenstücke lassen sich nach GARRÈ, DURANTE u. a. zur Schädelplastik verwenden, wenn man die ungestielte Plastik nicht vorzieht.

Für die Gesichtsplastik sind namentlich an den Lippen seit DIEFFENBACHS bekannter Lippenplastik zusammengesetzte Lappen in Gebrauch, welche, aus der ganzen Dicke der Wange entnommen, mit Schleimhaut versehen sind. Am Mund bietet die gute Ernährungsmöglichkeit durch die Lippenarterie die Bildung eines großen dreieckigen Lappens aus der Mitte der Unterlippe, der nur auf der einen Seite seiner am Lippenrot liegenden Basis, wo in ihm die Arterie verläuft, gestielt bleibt. Nach ABBE und NEUBER kann ein solcher Lappen das Mittelstück der Oberlippe ersetzen und diese verbreitern. Weniger gut ist die Verwendung eines ähnlichen Lappens aus den seitlichen Abschnitten der Oberlippe für die Unterlippe, und zwar aus kosmetischen Gründen.

### Gestielte Weichteilplastik.

Bei Nervendefekten sind die vom zentralen Ende abgespaltenen Längsläppchen um ihre am Stumpfe liegende Basis nach LÉTIÉVANT umzuklappen, um den Defekt zu überbrücken. Die Schädigung der für ein Auswachsen der Fasern allein wichtigen zentralen Stümpfe hat in der Kriegschirurgie viele mit Recht abgehalten, dieses im Erfolg unsichere Verfahren anzuwenden.

Eine andere Form der Nervenplastik ist die Verpflanzung des zentralen Nervenstumpfes unmittelbar in die gelähmte Muskulatur nach HEINKE und ERLACHER, wobei auch ein benachbarter Nerv geopfert werden kann. So hatte schon früher v. HACKER das zentrale Ende eines bei der Operation durchschnittenen M. accessorius in den M. trapezius eingepflanzt, so daß der Muskel von diesem Nerv aus wieder erregbar wurde, während HABERLAND den N. hypoglossus möglichst weit präparierte und seine durchschnittenen Endzweige in die gelähmten Gesichtsmuskeln versenkte. Nach 7—12 Wochen machten sich die ersten Anzeichen des Erfolges geltend. FÖRSTER hat mit dem Verfahren der Einpflanzung zentraler Nervenstümpfe in die gelähmte Muskulatur mehrfach Heilungen und Besserungen gesehen.

Auch für Sehnendefekte sind ähnliche Lappenbildungen aus beiden Stümpfen gebräuchlich. Wegen der Schwächung der Stümpfe und der entstehenden knolligen Verdickung am Fußpunkte der Lappen ziehe ich die freie Verpflanzung von Sehnenstümpfen vor.

Dagegen hat die Muskelplastik zu den verschiedensten Zwecken und in der verschiedensten Anwendungsart gute Erfolge. Die Lappenbildung muß hier selbstverständlich die Nerven- und Gefäßversorgung berücksichtigen, damit der gebildete Muskellappen nicht zugrunde geht; mit einem benachbarten gelähmten Muskel oder dessen Sehne vereinigt, würde sonst der Muskellappen nur als bindegewebiger Zügel wirken. Seine Nervenversorgung sichert die aktive Betätigung der hergestellten Brücke und die gewünschte Wirkung. Zweitens liegt nach ERLACHER die Möglichkeit vor, daß die im Lappen erhaltenen Nervenfasern in die Nervenbahnen des gelähmten Muskels hineinwachsen und ihn durch Neurotisation wieder zur Wirkung bringen. Das auf Grund dieser Untersuchungen angegebene Verfahren von ROSENTHAL, bei welchem die gelähmte mimische Gesichtsmuskulatur bei Fazialislähmung durch Lappenbildungen aus dem M. temporalis und M. masseter verbunden wird, ist nicht nur imstande, wie ich es früher bei einer ähnlichen Operation erzielen wollte, eine Zügelwirkung mit Kraftübertragung, sondern auch eine Neurotisation der mimischen Gesichtsmuskeln zu erreichen, wenn die Lähmung nach Schußverletzung nicht seit vielen Jahren zurückliegt (vgl. Wiederherstellungschirurgie).

Moszkowicz verwandte gestielte Muskellappen zur Zwischenlagerung zwischen Nervenstümpfe, um dadurch ein Durchwachsen der vom zentralen Stumpf ausgehenden Fasern zu erhalten. Ein Fall von Radialislähmung zeigte nach 14 Monaten, daß die Leitung sich z. T. wiederhergestellt hatte, aber es handelte sich nur um einen kleinen Defekt von 2 cm.

Im Gegensatz zu diesen Muskellappenbildungen handelt es sich in anderen Fällen um die lappenförmige Verlagerung eines ganzen Muskelabschnittes, um seine Wirkung für ein gelähmtes Gebiet zu verwerten. Sehr gute Erfolge gab bei den Kriegsverletzten die von HILDEBRAND angegebene Verpflanzung des M. pectoralis bei Lähmung des Musculus deltoideus, um ein aktives Heben des Armes wieder zu ermöglichen. Ich habe gewöhnlich die Hildebrandsche Plastik mit einer Verpflanzung des M. trapezius verbunden. Der gelähmte oder vernarbte Deltoideus wird mit dem gegenüberliegenden Teil des M. trapezius dadurch in Verbin-



Abb. 436.



Abb. 437.

Abb. 436 u. 437. Schlottergelenk nach Schußverletzung mit Vernarbung des M. deltoideus.

dung gebracht, daß man den Ansatz des letzteren am Akromion und an der Spina ablöst oder besser, damit die Fäden nicht durchschneiden, samt einer schmalen Knochenleiste abtrennt. Letzteres hat auch den Vorteil, daß man bei völliger Vernarbung des M. deltoideus eine feste Vereinigung mit dem Humerus vornehmen kann, indem man an ihm das in Verbindung mit dem Muskel schräg abgeschlagene Akromion samt einem entsprechenden Anteil der Spina bei abduziertem Arm festnagelt. Man erhält dadurch, je nachdem man den Trapeziusanteil mehr nach vorne oder nach der Seite verlagert hat, eine Erhebung in der entsprechenden Richtung, aber nicht beides. Ich habe deshalb meist den akromialen Teil des Trapezius auf die Außenseite des Deltoideus oder Humerus verpflanzt und zum Ersatz der vorderen Partie gleichzeitig oder später die Hildebrandsche Pektoralisplastik ausgeführt. Dabei wird der hart am ganzen Ursprung abgetragene Brustmuskel im ganzen oder nur sein klavikularer Teil nach oben geklappt und am äußersten Drittel des Schlüsselbeines und Akromion festgenäht. Man erreicht durch diese Verpflanzung von zwei verschiedenen Muskeln eine willkürliche Beeinflussung im Sinne des Erhebens nach der Seite oder nach vorne.

20jähriger Infanterist K., verwundet 28. 7. 18 durch Granatsplitter an der linken Schulter. Am 17. 7. 19 in die chirurgische Klinik Jena verlegt. Verlust des linken Oberarmkopfes und Vernarbung des M. deltoideus. Heben des linken Armes im Schultergelenk nach der Seite und vorne ungefähr um 35 Grad möglich (Abb. 436 u. 437).

22. 7. 19. Hildebrandsche Verlagerung des M. pectoralis; danach wird ein zweiter Schnitt



Abb. 438. Muskelplastik. Derselbe Fall  $\frac{1}{2}$  Jahr später.

über der Spina scapulae bis über das Akromion angelegt und zunächst der in der Narbe eingebettete Ansatz des M. supraspinatus ausgelöst und am Periost des Humerusstumpfes befestigt. Sodann wird der Ansatz des M. trapecius samt einer Spange vom Akromion abgetrennt und nach genügender Lösung mit dem Rest des seiner vernarbten Abschnitte befreiten Deltoideus auf den leicht seitlich und nach vorne erhobenen Arm angenäht. Die Abb. 438—440 geben die Funktion nach  $\frac{1}{2}$  Jahr.



Abb. 439. Muskelplastik. Derselbe Fall  $\frac{1}{2}$  Jahr später.

Für den Ersatz des Bizeps kann ein Teil des Trizeps verpflanzt werden. Ist dieser aber ebenfalls vernarbt, so läßt sich nach E. SCHMIDT aus dem vorderen Rande des Latissimus ein Lappen bilden, der von der Achselhöhle aus unter der Oberarmhaut bis zur angefrischten Bizepssehne in der Ellbogenbeuge durchgezogen werden kann.

Gestielte Faszienlappen dienen zur Zwischenlagerung nach der Durchtrennung von Ankylosen (MURPHY, PAYR), zur Tenodese bei Radialis- oder Peroneuslähmung.



Eine schwierige, aber lohnende Aufgabe ist der Ersatz von Fingern und Fingergliedern, vor allem des Daumens. Für letzteren ist eine Verlängerung des Stumpfes möglich und erfolgreich, wenn die aktive Beweglichkeit des 1. Metakarpus gut erhalten geblieben ist. Letzteres ist natürlich Grundbedingung, damit der angesetzte Daumen die Greifmöglichkeit mit den anderen Fingern herstellt. Näht man an den angefrischten Stumpf einen Lappen der Bauchhaut fest, in welchem vom Rippenbogen eine entsprechend lange Knorpelspange enthalten ist, so kommt man nach dem Durchschneiden des Lappens und Herumnähen der Haut um das Knorpelstück wohl am schnellsten zum Ziel. Hierzu hatte ich bisher nur einmal Gelegenheit.

■ Natürlich kann man auch anders vorgehen und zuerst aus der Bauch- oder Brusthaut eine Hautröhre aufnähen, in welche man später ein freies Knochenstück einpflanzt. Nach diesem schon 1896 von NICOLADONI angewandten Verfahren haben manche Chirurgen operiert (s. HUECK).

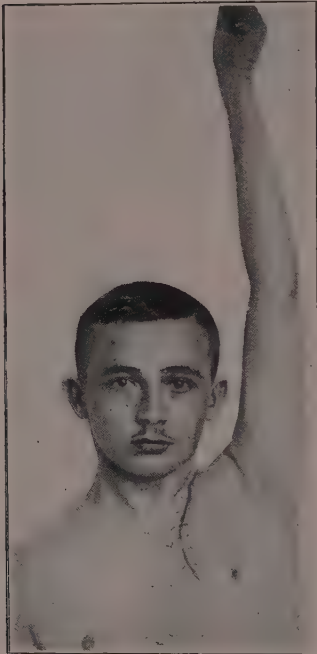


Abb. 440.  
Muskelplastik. Derselbe Fall  
 $\frac{1}{2}$  Jahr später.

Beim gleichzeitigen Fehlen des linken Metakarpus und gut erhaltener Daumenmuskulatur muß vor dem Ersatz des Daumens zunächst der Metakarpus durch freie Knochentransplantation wieder gebildet werden.

An dem auf diese einfache Weise neugeschaffenen Daumen lassen sich noch weitere funktionelle Verbesserungen und Verschönerungen ausführen. So kann man dem Ersatzdaumen eine größere Beugefähigkeit dadurch verschaffen, daß man später die Stümpfe der langen Beugeschnen aufsucht, an ihnen ein frisches Sehnenstück befestigt und dieses nach der Tunnelierung der Haut bis zur Fingerspitze hindurchführt, um es hier an der Spitze des eingelagerten Knorpels oder Knochens zu vereinigen. Möglich ist auch späterhin, wenn sich die Zirkulation günstig ausgebildet hat, das Aufpflanzen des Großzehennagels, den man mit der umgebenden und unterliegenden Haut ausgeschnitten hat.

Ein anderer Weg zur Herstellung des Daumens beruht auf dem NICOLADONISCHEN Verfahren der gestielten Verpflanzung einer Zehe; der Größe entsprechend muß natürlich die Großzehe gewählt werden, während die 2. Zehe zum Ersatz der äußeren Glieder der anderen Finger dient. Dies von manchen Chirurgen erfolgreich durchgeführte Verfahren habe ich an Friedensverletzten 2mal zum Ersatz des Daumens, 1mal zum Ersatz des Endgliedes des Mittelfingers angewendet und neben einem kosmetischen Erfolg auch eine befriedigende Funktion erhalten. ESSER hat in einem Falle, wo auch der Metakarpus fehlte, die Großzehe samt dem Mittelfußknochen nach NICOLADONI verpflanzt und dadurch einen willkürlich beweglichen Daumen, der in jeder Beziehung praktisch brauchbar gewesen sein soll, erhalten.

Bei dem Fehlen des 2.—5. Fingers samt der Mittelhand ist es ESSER auch gelungen, in ähnlicher Weise durch gestielte Verpflanzung die entsprechenden Zehen samt den distalen Abschnitten der Mittelfußknochen auf den Stumpf der Mittelhand aufzuheilen und durch Vereinigung der Sehnen eine geringe Bewegungsfähigkeit zu erhalten. Durch eine derartige Verlängerung des Handstumpfes wird dem noch erhaltenen, aktiv gut beweglichen Daumen jedenfalls eine bessere Greiffähigkeit gesichert. Die Frage ist nur, ob es sich lohnt, zu diesem Zweck den Patienten durch die Entnahme der 4 Zehen samt den metatarsalen Anteilen zu schädigen, da auf keinen Fall diese 4 Zehen als Fingerersatz in bezug auf Schönheit einen Anspruch machen können und ihre freie aktive Beweglichkeit keine ausgiebige werden kann. So glaube ich,

daß der Hauptwert einer derartigen Handverlängerung, der wesentlich in dem Stützpunkt für den opponierenden Daumen zur Zangenbildung besteht, auf einfachere Weise zu erreichen ist. Ich würde in einem solchen Falle zuerst gestielt einen breiten Hautlappen aufpflanzen, später in denselben quergestellt zu den Metakarpalstümpfen eine kräftige Knochenspange einheilen, die dadurch samt dem Hautlappen beweglich zu machen wäre, daß man die Beuge- und Strecksehnen am Knochen befestigt, also nach Art eines Fausthandschuhes die Greifmöglichkeit zu erlangen suchen und auf die Herstellung einzelner Finger zu verzichten.

Sind nach schweren Handverletzungen funktionell unbrauchbare Finger- oder Fingerstümpfe vorhanden, so kann man nach dem 1903 von LUKSCH angegebenen Verfahren den fehlenden Daumen durch gestielte Plastik aus einem unbrauchbaren Finger ersetzen. Das Vorgehen ist natürlich je nach den Verhältnissen verschieden.

### 3. Gesichtsplastik.

Die Wiederherstellung einzelner Gesichtsteile und ihrer Formen nach Kriegsverletzungen läßt sich nicht gut nach dem gewöhnlichen Schema schildern, da hier in der Regel mehrere Aufgaben gleichzeitig zu lösen sind. Es ist auch nicht möglich, die Beschreibung der Operationen in jedem einzelnen Falle genau anzugeben, da die technischen Einzelheiten oft nur für den betreffenden Fall und für die während der Operation sich gerade ergebenden Verhältnisse passen. Daher soll nur das, was als charakteristisch anzusehen und für Fälle ähnlicher Art verwendbar ist, in groben Zügen angegeben werden. Auch sind die Methoden außerordentlich verschieden, nach welchen die einzelnen Chirurgen vorgehen. Alle diese Einzelheiten darzustellen, ist um so weniger möglich, als jeder chirurgische Plastiker im Erfüllen seiner Aufgabe seine Eigenart erkennen läßt, und das Eifern um die Bevorzugung einer Methode nirgends so unangebracht ist wie in der plastischen Chirurgie des Gesichtes, wo einzig und allein der Enderfolg, unter Berücksichtigung der Schwere der ganzen Aufgabe, entscheidet.

In der Mehrzahl der Fälle konnte die Wiederherstellung der Gesichtsteile durch Plastik erst nach völliger Vernarbung einsetzen, dies vor allem dann, wenn neben den Weichteilen auch die Knochen verletzt waren und eiternde Fisteln bestanden. Bei reinen Weichteilverletzungen habe ich nach Möglichkeit nicht die völlige Ausheilung und Vernarbung abgewartet, sondern mit der plastischen Wiederherstellung schon begonnen, sobald die vorhandenen Wunden gute Granulationen zeigten. Es hat dies den großen Vorteil, daß man dadurch den schweren narbigen Verzerrungen vorbeugt, die durch die völlige Vernarbung entstehen müssen, und deshalb die nötigen Operationen meist außerordentlich vereinfacht werden.

#### A. Allgemeines zur Ausführung der Gesichtsooperationen.

Die örtliche Anästhesie in Gestalt der Leistungsanästhesie ist bei Gesichtsooperationen der Allgemeinnarkose vorzuziehen. Für große Bezirke ist die Einspritzung ins Ganglion Gasseri, im übrigen in die Austrittsstellen der Trigeminusäste vorzunehmen, wozu nach Bedarf noch ein subkutaner Injektionsstreifen am Unterkieferast oder an der Grenzzone der Trigeminusäste der anderen Seite kommt. Die Infiltrationsanästhesie stört wegen der Schwellung der Haut die Beurteilung der Verhältnisse.

Hält man an dem obersten Grundsatz fest, daß sekundäre Narben nach Möglichkeit im Gesicht zu vermeiden sind oder höchstens in normale Furchen fallen dürfen, Defekte nur an der Stirnhaut ohne Schädigung des Aussehens anzulegen sind, da sie sich hier ausgezeichnet durch die Epidermistransplantation, namentlich mit einem einzigen großen Lappen, decken lassen, so kommt man von selbst zur ausgiebigen

Verwendung der Lappenverpflanzung aus entfernten Körperstellen, sowohl des Armes als der Stirn-, Kopf- und Halshaut. Die letztere freilich gibt ungünstige sekundäre Defekte, denn die entstehenden Narben ziehen oft, auch wenn man den sekundären Defekt sofort durch Heranziehung der Defektränder geschlossen oder mit Epidermislappen bedeckt hatte, die Wangen- und Kinnhaut allmählich unschön nach abwärts, da sie häufig unter dem Einfluß der Bewegungen des Kopfes oder durch die Reizung der Kleidung zu wulstigen Strängen werden.



Abb. 441.  
Tiefeingezogene Narbe nach  
Granatschußverletzung.

Zweitens ist die ungestielte Bedeckung von Hautdefekten nach Möglichkeit zu verwenden, aber es ist zu berücksichtigen, daß Epidermislappen eine schöne glatte Decke nur geben, wenn ein einziger Lappen den Defekt verschließt und ferner nur an der Stirn, wo nachträgliche Schrumpfungen des Untergrundes sich nicht geltend machen. Die freie Hautplastik gibt im Gesicht nur dann gute Erfolge, wenn die Weichteile des Untergrundes nicht vernarbt sind.

Bei gestielten Lappen muß nach der Stieldurchschneidung und nach dem völligen Einnähen des Ersatzlappens in den Defekt mit weiteren Verbesserungen gewartet werden, bis der Ersatzteil das anfänglich immer bestehende Ödem vollständig überstanden hat und auf der Unterlage beweglich wird, sonst machen sich nachträgliche Schrumpfungen geltend.

Zur Vermeidung der letzteren sind vielfach beim Ersatz der Nase, des Kinnes und bei Oberkiefer-Wangen-Defekten Stützprothesen im Gebrauch. Ihre Nachteile bestehen darin, daß es wegen Sekretstauung und wegen der unvermeidlichen Schrumpfung des Gewebes zu Entzündungen und Druckgeschwüren kommen muß, wodurch günstigenfalls eine stärkere narbige Zusammenziehung eintritt, schlimmstenfalls aber Gangrän und Perforation folgen. Beispiele dieser Nachteile bei Verwendung von Stützprothesen habe ich in der Wiederherstellungschirurgie gegeben. Ich ziehe es vor, die Lappen reichlich zu bilden, die natürliche Schrumpfung abzuwarten und nachträglich eine Unterpolsterung mit lebendem Material (Fettgewebe, Knorpel) vorzunehmen.



Abb. 442.  
Nach Narbenverbesserung  
ohne Unterpolsterung.

Über die verschiedenen Arten der gestielten Plastik siehe Abschnitt 2.

## B. Narbenverbesserung.

Breite Narben, welche die Lappenbildung und das Ersatzstück unschön markieren, schneidet man am besten nach einigen Wochen aus, löst beiderseits den Wundrand etwa 1 cm weit und läßt eine genaue Naht folgen. Bei eingesunkenen Narben nimmt man die Oberfläche der Narben fort, schneidet aber, statt nur den Hautrand flach abzulösen, beiderseits schräg in die Tiefe und vernäht zuerst über dem stehengebliebenen Wulst des Untergrundes das subkutane Gewebe, dann erst die Haut. Damit kann man ziemlich tiefgehende, aber nicht zu breite Narben glätten.

Unteroffizier Cl., Granatschußverletzung am rechten Jochbein. Aufnahme mit tief eingezogener Narbe (Abb. 441). Januar 1918 Ausschneiden der Narbe. Darauf von den Wundrändern aus schräge Schnittführung nach beiden Seiten in die Tiefe (Abb. 442).



In anderen Fällen ist die Unterpolsterung mit Fettgewebe und Knorpel zweckmäßig, wie schon bei den freien Transplantationen erwähnt. Ebenso ist an jener Stelle bereits geschildert, wie man mit Hilfe der Unterlagerung von Faszienzügeln verzerrte Weichteile des Gesichtes in die richtige Lage zu bringen vermag.]

### C. Verbrennungen des Gesichtes.

Bei oberflächlichen Narben ist es zweckmäßig, ihre Erweichung abzuwarten, bevor man an den Ersatz von Defekten herangeht, aber die normale Zurückbildung der hypertrophischen und hyperämischen Gesichtsnarben vollzieht sich erst in etwa einem Jahre. Für die durch Narbenzug auftretenden Ektropien ist es nicht günstig, so lange zu warten, andererseits sind narbige Verzerrungen eines jeden plastischen Ersatzlappens zu fürchten, wenn die Operation zu früh, im Zustand der Narbenhyperämie, vorgenommen wurde. Um die Erweichung der Verbrennungsnarben möglichst früh zu erreichen, hat man in der Massage, verbunden mit künstlicher Hyperämie, ein ausgezeichnetes Mittel, welches nach meinen Erfahrungen noch wesentlich durch die Röntgenbestrahlung übertroffen wird, die man in Zwischenräumen von 3—4 Wochen mit kleinen Dosen harter Strahlen anwendet.

Neben der Wiederherstellung der Unterlider und der Haut der Nase und des Kinnes oder der Wange sind bei ausgedehnten Verbrennungsnarben die Augenbrauen und die Oberlippe durch gestielte Plastik aus der Kopfhaut zu ersetzen. Das Kinn kann gleichzeitig mit einem großen Lappen aus der Kopfhaut gedeckt werden oder, wenn es unbehaart bleiben soll, durch einen breiten Lappen aus dem Oberarm.

### D. Ersatz behaarter Gesichtsteile.

Der gestielte Kopfhautlappen bildet das sicherste Verfahren zum Ersatz behaarter Gesichtsteile, denn die freie Verpflanzung (s. Abschnitt 1) ist nur für kleine Defekte vorteilhaft zu verwenden. Der Stiel des Lappens hat seine vordere Begrenzung in der Haargrenze, die hintere oberhalb oder hinter der Ohrmuschel, so daß stets die Art. temporalis im Lappen erhalten bleibt. Die dadurch gesicherte Ernährung gestattet, das Lappenende so breit zu bilden, daß man es gleichzeitig oder nacheinander zum Ersatz der Kinn-, der Oberlippenhaut und der Augenbraue verwenden kann. Im ersteren Falle bildet man am Lappenende 3 Zipfel, im letzteren Falle wird der Lappen nach Anheilung seines äußersten Endes am Kinn noch für die Oberlippe und nach der hier erfolgten Anheilung für die Augenbraue benutzt.

Für verdoppelte Lappen zum gleichzeitigen Schleimhautersatz durch behaarte Haut habe ich den von mir angegebenen pistolengriff förmigen, in der Schläfengegend gestielten Stirnkopfhautlappen sowohl für Wangendefekte wie für den Kinn- aufbau häufig in Anwendung gezogen, wenn es nicht zweckmäßig war, die Haut des Defektrandes zum Schleimhautersatz einzuschlagen.

Auch die behaarte Haut der Unterkinngegend kann in Gestalt von einfach- oder doppeltgestielten Lappen für die Oberlippe Verwendung finden, nur muß hierbei berücksichtigt werden, daß die sekundäre Narbe in die obere Querfurche des Halses fällt.

Kanonier B., Mundverletzung durch Gewehrscuß am 18. 2. 15. Bei der Aufnahme am 14. 3. 15 fehlt mehr als die rechte Hälfte des oberen Lippenrotes mit angrenzendem Lippenweiß. Der vernarbte Defekt setzt sich in eine tief eingezogene Wangennarbe nach rechts fort. Ober- und Unterkiefer sind an der Seite zahnlos. Nach Abstoßung mehrerer Splitter aus den Kiefern und völliger Vernarbung der Defekte Schnurrbartplastik am 7. 5. 15. Vor der Einnähung des Kopfhautlappens wird das links erhaltene Oberlippenrot als Läppchen wie bei der Hasenschartenoperation abgelöst und nach unten geklappt. Ein ähnliches Läppchen kann auf der rechten Seite aus der Schleimhaut der Oberlippe gebildet werden, gestielt am Mundwinkel. Bogenförmig wird die Oberlippe von einem Läppchenfußpunkt zum anderen bis zum Septum umschnitten und die Haut als breitgestielter Lappen zum Ersatz der Schleimhaut nach unten geklappt. Darüber kommt

in den entstandenen Defekt der Kopfhautlappen. Abb. 445 zeigt das Aussehen nach Zurückpflanzung des Stieles, Abb. 446 bei der Entlassung als felddienstfähig nach Herstellung der Raphe, mit ausgeschnittener und geglätteter Wangennarbe und wohlfrisiertem Schnurrbart.

Da die Haare der Kopfhaut meistens eine etwas andere Färbung als die Schnurr-



Abb. 443. Vernarbung und Defekt der Oberlippe.



Abb. 444. Ersatzlappen aus der Kopfhaut.

barthaare besitzen, zog ich in einigen Fällen mit nicht vollständigem Defekt der Oberlippe vor, die Reste der behaarten Haut zu opfern, um einen einheitlichen Schnurrbart zu erhalten.

Bei der Schnurrbartbildung sind einige Nachoperationen wichtig, nachdem das Ersatzmaterial gut eingeeilt und geschrumpft ist. Dazu gehört die Glättung

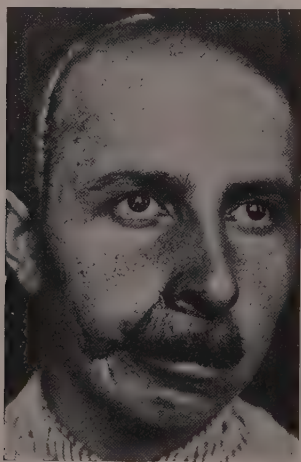


Abb. 445. Nach Zurückpflanzen des Stieles.



Abb. 446.  
Bei Entlassung.

der Verbindungsnarben durch Ausschneiden und Vernähen mit feinsten Seide, dabei die subkutane Fortnahme der Haarwurzeln, wo das behaarte Feld zu breit ist, wenn z. B. mit dem betreffenden Lappen gleichzeitig ein Teil der nicht behaarten Wangenhaut ersetzt werden mußte, und schließlich die Raphebildung. Es gibt ein schöneres Aussehen des künstlichen Schnurrbartes, wenn in der Mitte, unter dem Septum-

ansatz, ein etwa  $\frac{1}{2}$  cm breiter Streifen weniger Haare trägt als die seitlichen Abschnitte. Um dies zu erreichen, schnitt ich einen am Septumansatz gestielten, etwa 1 cm breiten Hautlappen bis zur Unterlippe aus der behaarten Ersatzhaut aus und entfernte mit flachen Schnitten einen Teil der Haarwurzeln. Um auch die Gegend der Raphe als seichte Furche herzustellen, wurde gleichzeitig etwas von dem subkutanen Gewebe im Bereiche der Lappenbildung fortgenommen.

### E. Ersatz der Unterlippen-, Kinn- und Wangenhaut.

Ein empfehlenswertes Verfahren hierfür geht aus dem Beispiele von Kinnaufbau hervor, welches bei den Unterkieferdefekten mit Abbildungen gegeben ist. Weitere Beispiele finden sich in der Wiederherstellungs-Chirurgie.

Das Lippenrot für die Umrandung der Unterlippe kann mit Läppchen aus den vernarbten Resten der Unterlippe, aus gestielten Schleimhautläppchen der Oberlippe und Wange oder durch die Langenbecksche Lippensaumverziehung aus dem Lippenrot der Oberlippe gewonnen werden.

### F. Mundplastik.

Es handelt sich um kleine Verbesserungen an Defekten des Lippenrotes nach Verletzungen und narbigen Verzerrungen, um die Erweiterung der verengten Mundspalte und um die Herstellung einer ganzen Mundspalte bei gleichzeitigem Ober- und Unterlippendefekt.

Die Verlagerung des nach oben oder unten narbig verzerrten Mundwinkels geht aus der Abbildung hervor (Abb. 447 u. 448). In ähnlicher Weise läßt sie sich am Lidwinkel verwenden.



Abb. 447.



Abb. 448.

Zur Erweiterung der Mundspalte dient ein einfaches Verfahren, wenn die Wangenschleimhaut nicht vernarbt ist. Auf jeder Seite der vernarbten Mundöffnung wird ein Hautkeil bis auf die Schleimhaut ausgeschnitten, dessen Spitze so weit nach außen reicht, daß sie senkrecht unter die Pupille zu stehen kommt. Sodann wird das Lippenrot samt der Wangenschleimhaut in der Mitte der Wunde quer durchtrennt, und zwar bis nahe an den Winkel des Hautdefektes. Hat man die Schleimhautränder mit den Hauträndern vereinigt, so sind noch die kleinen unschönen Wülste fortzunehmen, welche am Übergang des durchtrennten Lippenrotes in die Wangenschleimhaut bestehen. Zur Verlagerung eines gut geformten Mundwinkels nach außen gehe ich ähnlich vor, nur empfiehlt es sich, hier Läppchen aus dem Ober- und Unterlippensaum zu bilden und in den neuen Winkel zu verziehen.

Abb. 447 u. 448. Verlagerung des nach oben oder unten narbig verzerrten Mundwinkels.

Die Bildung eines Schleimhautlappens für den Mundwinkel nach VELPEAU und ROSER habe ich nicht vorgenommen, da zu leicht nach diesem Verfahren der Winkel beim Schließen des Mundes offen bleibt.

### G. Ersatz der Nase.

#### a) Einfacher Ersatz der ganzen Nase.

Es ist heute kein Zweifel mehr darüber, daß ein Dauererfolg nach dem Ersatz der ganzen Nase nur dadurch zu erzielen ist, daß man einen aus Haut, Periost und Knochen zusammengesetzten Lappen verwendet. Zur Entnahme dieses Materials dient die Stirne (Stirnnase) und die Haut des Armes, unter welche eine Periostknochenplatte eingeheilt ist (Armnase), während der Aufbau aus der Haut der



Wange wegen der zurückbleibenden sekundären Narben kaum mehr geübt wird. Die beiden grundlegenden Methoden können in der verschiedensten Weise zum Ziele führen, und die mit Plastik sich befassenden Chirurgen wenden sie mit den verschiedensten Abänderungen an. Eine Zusammenstellung der verschiedenartigen Vorgehen einzelner Chirurgen findet sich im Handbuch der praktischen Chirurgie und in der Operationslehre von BIER, BRAUN und KÜMMELL in den von mir bearbeiteten Abschnitten.

Ich ziehe sowohl bei der Arm- wie bei der Stirnnase die dachförmige Aufstellung einer Knochenplatte nach SCHIMMELBUSCH vor und habe dieses Dach mit dem Kellergewölbe eines Hauses verglichen, auf dem das weitere Gebilde aufgebaut und geformt werden kann. Die Knochenplatte muß in feste, womöglich knöcherne Verbindung mit dem Gesichtsskelett treten. Nur auf diese Weise wird ein nichtschrumpfendes dauerhaftes Gebilde erreicht und die Atrophie der Knochenplatte vermieden.

Nachdem das Material im Defekt eingeheilt ist, muß man mehrere Monate warten, bevor man die nötigen Modellierungen des einstweilen noch rohen Gebildes vornimmt. Ich warte in der Regel ein Vierteljahr nach Zurückpflanzung des Stieles bei der Stirnnase, weniger lange bei der Armnase, da hier die Einpflanzung ins Gesicht erst vorgenommen wird, wenn die Knochenplatte mindestens 3 Monate unter der Armhaut eingeheilt ist. Denn hier hat das Knochentransplantat zur Regeneration seiner zugrunde gehenden Substanzabschnitte hauptsächlich nur seine Periostbekleidung zur Verfügung und steht nirgends mit einem die Substitution unterstützenden Mutterboden in Berührung, es muß daher zum Schwund der Knochenplatte kommen. Erst nach 3 Monaten etwa ist ein Dauerzustand erreicht. Verpflanzt man die Armnase zu früh in das Gesicht, so kann durch den Wechsel der Ernährungsbedingungen ein viel weitergehender Knochenschwund eintreten, namentlich wenn nicht rasch eine knöcherne Verbindung mit dem Oberkiefer eintritt.

Gerade bei den Schußverletzten ist es oft nicht leicht, diese letztere zuverlässig zu erreichen, denn die Ränder der Apertura piriformis sind häufig zerstört und vernarbt, so daß man bei der einfachen dachförmigen Aufstellung der Knochenplatte oft nur eine lockere bindegewebige Vereinigung mit nachträglichem Einsinken erhält, weil die Fußpunkte der Dachseite nach außen narbig verzerrt werden. Nur durch die Bildung sehr langer Knochenplatten kann man in solchen Fällen den nötigen knöchernen Anschluß am Fußpunkt erreichen oder muß sogar bei zerstörter Knochenwand des Oberkiefers durch eine weitere Knochenplatte diese notwendige Unterlage schaffen.

Von großer Bedeutung ist bei jedem Nasendefekt die gründliche Ausheilung des Naseninnern, ebenso wie die Entfernung von Narben aus ihm und der Ersatz der Schleimhaut durch gestielte Lappen aus den Defekträndern oder, wo dies nicht möglich ist, durch Epidermistransplantation. Die Epidermisplatten werden mit einem sterilisierten entsprechend zugeschnittenen Korkstöpsel in die Nasenhöhle eingeführt und bis zur Einheilung auf der Wundfläche angedrückt gehalten.

Gleichzeitig mit dieser Voroperation wird die Stirn- oder Armnase angelegt.

Für die Anlage der Stirnnase ist es natürlich notwendig, daß die Stirnhaut nicht vernarbt ist und die Haargrenze nicht zu tief reicht. In solchen Fällen läßt sich die Entnahme des breiten, an der Glabella gestielten Lappens nicht in der Längsrichtung entnehmen. Man muß hier den Stiel oberhalb der einen Augenbraue mit der Verzweigung der Orbitalgefäße bilden und den Lappen in querer Richtung ausschneiden. Wichtig ist sowohl für die Stirn- wie für die Armnase eine lange und breite Knochenplatte, damit die Dachseiten ein genügendes Vorstehen der Nasenspitze bedingen und das ganze Gebilde nicht zu kurz wird. Während SCHIMMELBUSCH bei der Stirnnase die Wundflächen der Knochenplatte granulieren ließ oder mit einem Epidermisplatten deckte, schlage ich das die Knochenplatte enthaltende Lappenende sofort um, damit

jene eine feste Vereinigung zwischen den beiden Hautschichten eingeht. Dies ist für die Erhaltung der Knochenplatte von Bedeutung, weniger wichtig für die Verkürzung der ganzen Plastik, wie sie von manchen Chirurgen nicht zum Vorteil eines Dauerresultates erstrebt wird.

Für die Anlage der Armnase kann der Ort der Knocheneinpflanzung verschieden gewählt werden, je nach der Stellung des Armes, die der Kranke vorher beim Liegen des Kopfes auf dem Arm als einigermaßen erträglich erprobt hat.

An Stelle der Knochenplatte kann man auch eine Knorpelplatte unter die Haut einheilen, namentlich wenn es sich nur um die Wiederherstellung des knorpeligen Abschnittes der Nase handelt. Ist die eine Seite der Stirn- oder Armnase im Defekt eingeheilt, darauf der Stiel durchschnitten und zurückgepflanzt, so folgt die Aufstellung der Knochenplatte. Dazu wird an der Innenseite des Nasenmaterials ein am freien Rande gestielter, etwa 1 cm breiter Hautlappen ausgeschnitten und nach unten gedreht. Man kann ihn später zur Septumbildung oder zur Abrundung der Nasenspitze verwenden. Durch diese Lappenbildung ist die Innenseite der Knochenplatte bloßgelegt, so daß man sie hier durchtrennen kann, wozu mit einer eckig geformten Luerschen Zange eine schmale Rinne ausgekniffen wird. Diese Rinne wird im oberen Teil verbreitert, damit dieser nicht buckelig vorsteht.

Beim Einnähen der zweiten Nasenseite in den Defekt geht man ebenso vor wie bei der anderen Seite des Defektrandes, an welchem die erste Verbindung hergestellt worden ist. Der Hautrand des Ersatzlappens wird dabei allseitig so weit fortgenommen, daß das Ende der Knochenplatte vorsteht, denn es soll in der Tiefe unter eine Periosttasche geschoben werden, damit es rasch knöcherne Verbindung an der Außenseite der Apertura piriformis erhält. Bei der Armnase ist nach der dachförmigen Aufstellung mit Einnähung in den zweiten Defektrand noch die Umschlagstelle der Haut am oberen Rande zu durchtrennen, der innere Wundrand in die Tiefe zu versenken und der äußere mit dem Defektrand der Glabellagegend oder nahe der Nasenwurzel zu vereinigen.

Zum Festhalten des Dachwinkels habe ich zu jeder Seite der Nase einen ausgekochten Flaschenkork mit Hilfe von schmalen Heftpflasterstreifen befestigt. Dies ist einfacher als Apparate mit federnden Platten, die in der Regel sehr kompliziert und teuer sind.

Zur Modellierung der Stirn- oder Armnase sind im allgemeinen folgende Nachoperationen notwendig:

1. Herstellung einer gut geformten Nasenspitze. Dies kann man auf die früher von mir beschriebene Weise dadurch ausführen, daß man die Haut der Nasenspitze bogenförmig von unten ablöst und ein kleines halbspindelförmiges Knorpelstückchen unterlagert. Ist es auch erwünscht, einen schmalen Nasenrücken zu bilden, so schiebt man eine entsprechend geformte Knorpelspange, ähnlich wie bei der Operation der Sattelnase, unter die Haut, die man von einem kleinen Querschnitt an der Nasenwurzel aus vom Knochendach abgelöst hat. Ist reichlich Haut vorhanden, so läßt sich dadurch auch gleichzeitig die Nasenspitze bilden, wenn man die Knorpelspange an ihrem unteren Ende etwas dicker läßt. Die Ablösung der Haut gelingt am leichtesten und einfachsten durch ein schmales Elevatorium, dessen Spitze geschärft ist.

2. Zur Herstellung der Nasenflügel und ihrer Umrandung müssen die Vereinigungsnarben zwischen Wangenhaut und Ersatznase reguliert werden. Sie werden ausgeschnitten und manchmal unter Exzision eines kleinen Keiles oberhalb des Nasenflügels wieder vereinigt. Daß man vorher an Stelle der Einsenkung oberhalb des Nasenflügels das subkutane Gewebe fortnimmt und dabei gleichzeitig die Nasenseite verschmälert, ist selbstverständlich und schon oben erwähnt worden. Die Art des Vorgehens richtet sich nach dem betreffenden Falle.

3. Die Bildung des Septum darf erst vorgenommen werden, wenn keine Schrumpfung mehr zu befürchten und die Nasenatmung eine gute ist. Dadurch, daß die Knochenplatte auf jeder Seite von Haut bekleidet ist, deren Innenseite sogar bei der dachförmigen Aufstellung sehr wulstig wird und ins Innere der Nase vorspringt, ist zunächst immer das Material des Nasenflügels an der unteren Umrandung zu dick. Seine Verschmälnerung läßt sich aber leicht dadurch herstellen, daß man von einem Einschnitt an der Umrandung aus bis ins Naseninnere das subkutane Gewebe der inneren Hautauskleidung, im Notfalle auch etwas vom Knochenstück, fortnimmt. Das bei der dachförmigen Aufstellung angelegte Septumläppchen kann auf die verschiedenste Weise in der Mitte der unteren Umrandung des Nasenloches mit der Oberlippenhaut vereinigt werden, z. B. kann man es auf der Rückseite anfrischen, aus der Mitte der Oberlippe ein kurzes, oben gestieltes Hautläppchen nach oben schlagen und breit mit der Rückseite des ersteren verbinden. Ist das Septumläppchen zu stark geschrumpft oder überhaupt nicht vorhanden, nachdem es vielleicht nekrotisch geworden ist, so bleibt immer noch die Möglichkeit, nach dem von mir angegebenen

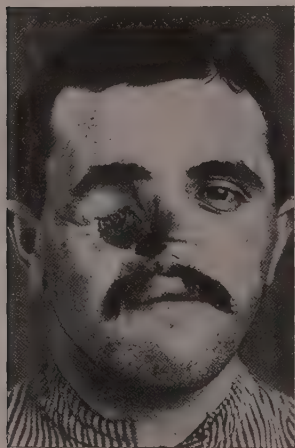


Abb. 449.

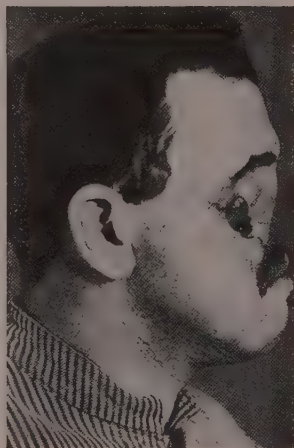


Abb. 450.

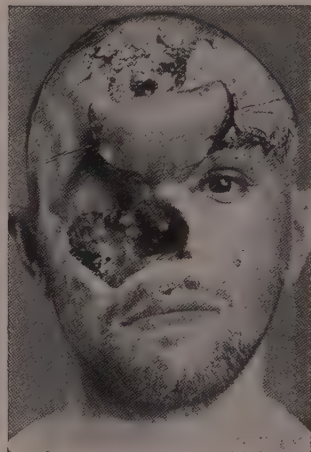


Abb. 451.

Abb. 449 u. 450. Nasendefekt mit Verlust des rechten Auges, Unterlides und unteren Orbitalrandes.

Anlage der Stirnnase.

Verfahren das äußere Septum aus der Schleimhaut der Oberlippe zu bilden, kurz gesagt, durch Ausschneiden eines oben gestielten Schleimhautlappens senkrecht aus der Mitte der Lippenschleimhaut und Durchführen des Lappens nach außen durch einen kleinen Querschnitt am Fußpunkt des künftigen Septum. Ist das Hautmaterial an der Spitze so stark geschrumpft, daß man die Unterlagerung mit Knorpel nicht in der gewünschten Weise vornehmen kann, so ist es möglich, den Septumhautlappen für die Verbesserung der Spitze zu verwenden, indem man ihn von der knöchernen Unterlage ablöst und weiter nach vorne verschoben vernäht.

Weitere Einzelheiten ergeben sich aus der Beschreibung eines Beispiels.

23-jähriger Artillerist K., verwundet am 9. 9. 16 durch Granatsplitter. Verlust des rechten Auges und der Nase. In die Klinik aufgenommen am 5. 11. 16. Das rechte Auge ist entfernt, das Oberlid erhalten, das Unterlid und die benachbarte Haut der Wange fehlt. Die Konjunktiva ist weit in den Defekt herabgezogen, der Margo infraorbitalis und der benachbarte Oberkieferknochen sind zerstört und narbig ersetzt. Von der Nase steht ein Teil der Nasenbeine. Die Haut der linken Nasenseite ist tief in die nach rechts verlagerte Nasenöffnung hineingezogen. Die linke Nasenhöhle ist vollständig vernarbt (s. Abb. 449 und 450).

Nachdem das Naseninnere ausgeräumt, von allen Narben befreit und die fehlende Schleimhaut durch Epidermis ersetzt ist, wird die Nasenanlage aus dem Arm mit einer subkutan angeheilten



Tibiaplatte versucht. Nach der Anheilung am linken Defektrand und Durchtrennung des Stieles kommt es durch Infektion vom Naseninneren aus zu einer eitrigen Ausstoßung der Knochenplatte und zur narbigen Schrumpfung der Hautbedeckung, so daß der Rest wieder entfernt und am 27. 6. 17 die Stirnnase angelegt wird (Abb. 451). Der Stirnhautlappen wird senkrecht aus der Stirn, gestielt an der Glabella, entnommen.

Am 18. 7. 17 Einnähen der Stirnnase an der linken Seite des Defektes mit gleichzeitiger dachförmiger Einknickung und Bildung eines Hautseptums.

2 Wochen später wird der Stiel zurückgepflanzt und die rechte Seite der Ersatznase zunächst mit den Resten des Oberkieferknochens in Verbindung gebracht, während die Nasenhaut mit einem der linken Stirnhälfte entnommenen gestielten Lappen verbunden wird, der zum Ersatz der Unterlidgend und ihrer Nachbarschaft gleichzeitig heruntergeklappt wird (Abb. 452). Die reichlich vorhandene Konjunktiva läßt die Umsäumung dieses Lappens am oberen Rande zu.

Nach der Anheilung zeigt sich der in Abb. 453 wiedergegebene Befund vom 18. 10. 17. Die Ersatznase ist schon erheblich geschrumpft, an der Nasenwurzel noch stark vorstehend, von vorne gesehen sehr breit, die Nasenspitze nach unten und hinten gesunken. Das Knochendach ist fest auf der Unterlage verheilt. Die faltige Einziehung des Hautlappens wird durch Loslösen von der



Abb. 452.

Einnähen der aufgestellten Stirnnase, Ersatz des Unterlides und seiner Umgebung aus der Stirn.



Abb. 453.

Schrumpfung des Ersatzmaterials 3 Monate später.



Abb. 454.

Nach Herstellung von Nasenrücken und Spitze.

Unterlage und Unterschieben einer breiten Knorpelplatte beseitigt. Nasenrücken und Nasenspitze werden durch Einfügen einer Knorpelspange von der Nasenwurzel aus geformt, die Seitenteile der Nase nach Ablösen der Haut vom Knochendach durch Exzision des subkutanen Gewebes verschmälert (Abb. 454).

Dezember 1918 wird das Septum gebildet, und zwar unter Benutzung eines gestielten Lappens aus der Oberlippenschleimhaut, da von dem früher angelegten Hautseptum aus der Innenseite der Nasenauskleidung durch narbige Schrumpfung zu wenig Material übriggeblieben ist.

Anfang Januar 1919 zeigte der Patient den in Abb. 455—457 wiedergegebenen Befund. Die Nase ist vollständig wohlgeformt, die Nasenlöcher sind weit, die Nasenatmung ist gut. Die ganze Nase sitzt fest auf dem Gesichtsknochen. Der Nasenrücken ist durch den untergeschobenen Knorpel gerade und gut geformt. Die Seitenteile der Nase sind schmal, normalen Verhältnissen ganz entsprechend.

Es fehlt noch die Unterpolsterung der rechten Wange und die Korrektur der Lider. Die ganze Lidspalte ist nach unten verschoben, das Oberlid eingesunken, während das untere durch die Knorpelplatte gut umrandet ist, doch können die noch nötigen Nachoperationen nicht mehr vorgenommen werden, da der Patient wegen rüpelhaften und deutschfeindlichen Benehmens als Elsäßer entlassen werden muß.

Der Patient ist bei meinem Vortrag am 10. 11. 18 in München der Ärzteschaft vorgeführt worden; ich machte besonders auf das feste Zusammenheilen der Ersatznase mit dem Gesichts-

skelett und auf die freie Nasenatmung aufmerksam und glaube, daß der Fall ein gutes Beispiel zur Abweisung des häufig erhobenen Vorwurfes ist, nach welchem die Nasenplastik mit dem Schimmelbuschschen Dach als Unterlage ein plumpes, klobiges Gebilde liefern soll.

Für die Beurteilung, ob der Nasenersatz aus der Stirn oder aus dem Arm erfolgen soll, spielt der Allgemeinzustand des Kranken eine große Rolle. Heruntergekommene, nervös reizbare, schlaflose Patienten eignen sich am wenigsten für die Herstellung der Nase aus dem Arm, da es ihnen unerträglich ist, die Zwangslage des am Kopf angebundenen Armes zwei Wochen auszuhalten. Bei vielen Kriegsverletzten mußte infolgedessen in Rücksicht auf den Allgemeinzustand auf die Herstellung einer Arminase verzichtet werden.

Dazu kam gegen Ende des Krieges noch ein anderer Grund, nämlich der Mangel eines guten und starken Heftpflasters. Das Material gab nach und die gezernte Nahtstelle wurde in der Ernährung mehrfach so geschädigt, daß eine Anheilung unmöglich war. Gipsverbände um Kopf und Arm habe ich an Stelle des Heftpflasters immer



Abb. 455.



Abb. 456.



Abb. 457.

Abb. 455—457. Nach Septumersatz, Herstellung des unteren Orbitalrandes. Bei Entlassung. Lidspalte unfertig.

vermieden, da sie für den Kranken eine Qual bedeuten. Aus beiden Gründen habe ich in den letzten Kriegsjahren mehr Stirnnasen hergestellt als in den ersten, wo ich die Arminase bevorzugte.

Im allgemeinen ist die letztere schwieriger zu vollenden. Sehr unangenehm kann die Verschmälerung der unter die Armhaut gelegten Knochenplatte durch Atrophie werden, weil hierdurch leicht die künstliche Nase zu kurz wird. Weitere Beispiele enthält die Wiederherstellungs-Chirurgie.

#### b) Nasenersatz mit gleichzeitigem Defekt der Umgebung.

Fehlt der Margo infraorbitalis der einen Seite und die Vorderwand der Kieferhöhle, so hat das Knochendach der neuen Nase auf der defekten Oberkieferseite keinen Stützpunkt. Trotzdem ist es in den operierten 8 Fällen gelungen, eine genügend vorspringende Nase zu erhalten dadurch, daß ich die unter die Armhaut gelagerte sehr lange Knochenplatte, welche aus der ganzen Breite der vorderen Tibiafläche gebildet war, durch zweimaliges Durchtrennen in drei Platten teilte und durch entgegengesetztes Knicken dazu benutzte, gleichzeitig das Nasendach herzustellen und mit der dritten, nach außen geknickten Platte den Oberkieferdefekt und den

Margo infraorbitalis zu decken. Die drei Platten traten untereinander und mit dem Gesichtsskelett in feste knöcherne Verbindung.

Der gleichzeitige Ersatz der Nase und der Oberlippe war häufiger notwendig als der Ersatz der Nase allein.

### c) Teildefekte der Nase.

Der Ersatz des Septum, der Nasenspitze oder Nasenflügel ist auf die verschiedenste Weise möglich. Den ersteren habe ich gewöhnlich nach meinem bei der Schleimhautplastik erwähnten Verfahren aus der Oberlippenschleimhaut hergestellt.

Der bekannte, von FRITZ KÖNIG stammende Ersatz des Nasenflügels durch freie Plastik aus der Ohrmuschel, der mir in mindestens 25 Fällen des Friedensmaterials bisher gute Erfolge gegeben hatte, ist bei Kriegsschußverletzungen nur mit Vorsicht zu verwenden, denn hierbei ist immer mit tiefegehender Vernarbung und deshalb mit schlechter Ernährung des Wundbodens zu rechnen. In einem Falle, in welchem ein sehr mangelhafter Ersatz nach einer außerhalb, aus der Haut der Nasolabialfalte vorgenommenen Plastik eingetreten war, kam es trotz breiter Unterfütterung mit der umgeklappten Haut des narbig geschrumpften Ersatzlappens zur völligen Abstoßung.

### d) Kriegssattelnasen.

Unter dieser Benennung fasse ich alle diejenigen Teildefekte der Nase zusammen, bei welchen wesentlich nur die knorpelige Nase erhalten ist. Mit einfachen Sattelnasen, wie wir sie im Frieden nach subkutaner Zertrümmerung des Nasengerüsts zu sehen bekommen, hatten wir es unter dem Kriegsmaterial nur gelegentlich nach ähnlichen zufälligen Verletzungen, z. B. Fall auf das Gesicht, Kontusion des Nasenrückens durch eine herabfallende Rahe, Nasenbeinfraktur nach Automobilunfall usw., zu tun. In solchen Fällen von einfacher traumatischer Sattelnase bin ich, ähnlich wie bei den sonstigen Friedensverletzungen und den einfachen syphilitischen Sattelnasen, derart vorgegangen, daß ich, wie früher beschrieben, von einem kleinen Querschnitt an der Nasenwurzel aus die Haut des Nasenrückens bis zur Spitze mit einem etwas geschärften Elevatorium abhob und durch Einfügen eines entsprechend geformten Knochen- oder Knorpelstückes unterpolsterte. Zu diesem Zweck habe ich immer mehr den Rippenknorpel nach v. MANGOLDT bevorzugt, aus dem einfachen Grunde, weil er gleich gut wie ein Knochenstück einheilt, nachträglich auch keine bemerkenswerte Atrophie durchmacht und schließlich den Hauptvorteil hat, daß er sich sehr einfach zurechtschneiden läßt. Ob das Perichondrium nach innen oder außen zu liegen kommt, ist gleichgültig. Für die Formung des Knorpelstückes sei nur hervorgehoben, daß die innere Seite etwas breiter als die äußere gebildet werden muß. Von der Seite gesehen muß das Ersatzstück entsprechend der Vertiefung des Sattels in der Regel eine halbspindelige Form haben. Die Dauererfolge mit diesem Verfahren sind ganz ausgezeichnet.

Für gewöhnlich stellen die Sattelnasen durch Kriegsschußverletzungen die stärksten Formen dieser Verunstaltung dar, und zwar z. T. mit erhaltener Haut des Nasenrückens, z. T. mit breiter Öffnung der Nasenhöhle. Daß gleichzeitig das Gesichtsskelett in der Umgebung noch verletzt sein kann (Fehlen des Margo infraorbitalis und Liddefekte, breite Eröffnung des Sinus maxillaris, gleichzeitige Defekte des harten Gaumens, Fehlen des Vomer), ist bei der Art der Verletzung selbstverständlich.

Die Wiederherstellung der Gesichts- und Nasenform bei den Kriegssattelnasen halte ich für eine der schwierigsten Aufgaben der plastischen Chirurgie des Gesichtes, gleichgültig, ob die Haut des Nasenrückens erhalten oder defekt ist. Die erste Behandlung muß darin bestehen, die im Naseninneren von Sequestern ausgehenden Eiterungen vollkommen zu beseitigen, da sie nachträglich nach fertiggestellter Plastik den Erfolg vernichten können, wenn sie durch Verhaltungen gezwungen in das neue knöcherne Nasengerüst übergreifen. Erst wenn das Innere der Nase nirgends mehr Fisteleiterungen aufweist und die dadurch bedingten Schleimhaut-



entzündungen abgeklungen sind, wozu je nach Lage des Falles eine lang dauernde Vorbehandlung mit Spülungen notwendig sein kann, ist es zweckmäßig, an die zweite Aufgabe heranzugehen.

Diese besteht darin, daß für den vernarbten, verzerrten und verkrüppelten unteren Nasenrest durch Beseitigung aller Narben und Verwachsungen ein ungehinderter Zugang durch die Nasenlöcher geschaffen wird. Oft waren die Vernarbungen hier so schwer, daß der ganze knorpelige Anteil der Nase seitlich aufgeklappt werden mußte. Die innere Überhäutung besorgt nach Beseitigung der Narben in einfacher Weise die Epidermistransplantation. Dabei werden die Epidermislapppen mit der Wundseite nach außen auf entsprechend zugeschnittenen sterilen Korkstöpseln mit einem Katgutfaden befestigt ins Naseninnere eingeführt.

Die dritte Aufgabe, welche vor dem Aufbau des neuen Nasenrückens erfüllt werden muß, ist bei der offenen Sattelnase der Verschuß nach außen. Bei kleineren äußeren Defekten läßt er sich leicht aus der Umgebung durch Hautlappen, die an dem Defektrande gestielt sind und nach innen umgeschlagen werden, erreichen. Bei größeren Defekten muß man die Haut der Stirne zu Hilfe nehmen.

In einem Teil der Fälle, wo ich den Aufbau des Gerüsts mit Hilfe einer unter die Armhaut eingeheilten Knochenplatte ausgeführt habe, genügte ein kleiner Lappen aus der Stirn- oder Glabellagegend, über welchem die nur auf der äußeren Seite mit Haut bekleidete Knochenplatte zur Anheilung gelangte. Dies Verfahren hat sich besser bewährt, als der in den allerersten Fällen vorgenommene und naheliegende Versuch, den Verschuß des Naseninneren, gleichzeitig mit dem Aufbau des Nasenrückens, durch eine allseitig mit Haut umkleidete Knochenplatte aus dem Arm vorzunehmen, denn bei diesem Vorgehen ist es nicht möglich, die innere Hautauskleidung der Knochenplatte genau mit den Schleimhauträndern in der Tiefe zu vernähen. Es kommt infolgedessen leicht zur Eiterung, welcher die Knochenplatte allmählich zum Opfer fallen kann.

Dasselbe gilt auch für die Wiederherstellung des Nasenrückens aus der Stirn durch eine breite, dachförmig aufzustellende Knochenplatte, die, ähnlich wie bei der vollständigen Nasenplastik, durch Umklappen des Lappenendes auf beiden Seiten vorher überhäutet ist, oder zunächst mit der Hautseite nach innen eingenäht wurde, worauf der durchtrennte Stiel als Nasenrückenhaut heruntergeklappt wurde. Auch hier ist es außerordentlich schwierig, die zunächst noch bestehende, in das Naseninnere hineinführende Spalte zuverlässig zu verschließen, indem die hintere Hautfläche nach Anfrischung der Ränder in die Tiefe gelagert wird. Eine genaue Naht mit der Schleimhaut ist hier ebenso schwierig wie die richtige breite Anfrischung der letzteren.

Waren Reste der Nasenbeine vorhanden, so erschien die Mitverpflanzung einer dachförmig aufzustellenden Knochenplatte überflüssig, da erstere für die später einzulagernde Knorpelspange einen guten Stützpunkt abgaben.

Reicht der Nasendefekt, wie häufig, noch seitlich in die Wange oder Orbita hinein, so sind zuverlässig ernährte breite Hautlappen, am besten aus der Stirne, zu entnehmen, wenn die innere Überhäutung des Defektes aus seinen Rändern erreicht worden ist, und zwar Lappen, die aus der Stirn quergestellt mit seitlichem Stiel gewonnen werden.

Wie bei der Herstellung der ganzen Nase ist die Aufgabe der dachförmig aufzustellenden Knochenplatte vor allen Dingen die, fest mit den knöchernen Defekträndern zu verheilen, um eine dauernde zuverlässige Stütze zu bilden. Ist dieser Untergrund einmal erreicht und die Hautbedeckung reichlich genug gebildet, so kann die übrige Formung der Nase mit Hilfe von Unterlagerungen von Knorpelspangen keinen Schwierigkeiten mehr begegnen.

Dies sind ungefähr die wichtigsten Gesichtspunkte für die Operation der Kriessattelnase, deren einzelner Operationsplan sich in den verschiedensten Arten durchführen läßt (s. Wiederherstellungs-Chirurgie).

## H. Operation an den Lidern und in der Umgebung des Auges.

Der Ersatz eines ganzen Lides wird am sichersten durch gestielte Plastik aus der Stirne sowohl für das obere wie für das untere Lid erreicht, wobei der Stiel gewöhnlich in die Schläfengegend zu verlegen ist. Im Notfalle kann auch die Glabella zur Stielbildung benutzt werden. Wegen der Vernarbung des Untergrundes bei den Kriegsverletzten ist die ungestielte Hautplastik selten mit gutem dauerhaften Erfolg zu verwenden, ebensowenig bei tiefgehenden Verbrennungsnarben. Die Epidermistransplantation ist überhaupt nicht zu gebrauchen.

Für die gleichzeitige Wiederherstellung beider Lider nimmt man einen in der Schläfengegend gestielten Stirnhautlappen von genügender Breite, dessen Ende in der Mitte der Lidspalte entsprechend eingeschnitten wird. Die Außenseite des Ersatzlappens wird durch die vorher abgelöste Bindehaut ausgekleidet. Wie die Wimpern zu ersetzen sind, ist S. 662 erwähnt.

Bei gleichzeitigem Bindehautdefekt muß der Lidersatzlappen eine innere Bekleidung erhalten. Alle Methoden, welche durch Verdoppelung des gestielten Hautlappens, durch gestielte oder freie Plastik aus der Ohrmuschel samt der doppelten Hautbekleidung oder durch Epidermistransplantation der Wundfläche eines Hautlappens die Innenauskleidung bewirken, haben bei erhaltenem Bulbus den großen Nachteil, daß die Conjunctiva bulbi durch die mazerierte Epidermis oder durch die Lanugohärchen in einen dauernden Reizzustand versetzt wird. Nur durch Zuhilfenahme der Schleimhauttransplantation ist dieser Nachteil zu vermeiden. Soweit der Stirnhautlappen mit Schleimhaut bedeckt werden soll, wird er umschnitten, umgeklappt und mit der Wundseite nach außen in der Umgebung befestigt, damit er sich während der Anheilung des Schleimhauttransplantats an seinen Rändern nicht einrollen und nicht schrumpfen kann. Das Ablösen des Stirnlappens und Einnähen in den Defekt nimmt man am besten nicht vor Ablauf von 2 Wochen vor.

Fehlt der Bulbus mit oder ohne Liddefekt, so handelt es sich in der Regel um einen vernarbten Bindehautsack. Nach seiner Entfernung müssen zum Tragen des Glasauges unter den erhaltenen oder ersetzten Lidern genügend breite Räume geschaffen werden. An Stelle der ausgeschnittenen Narben heilen in der Regel ausgezeichnet Epidermisclappen an, die man mit einem Jodoformgazepfropf, Paraffinkloß oder zahnärztlicher Abdruckmasse an die Wundfläche drückt. Aber der Dauererfolg ist kein guter wegen der zur Zersetzung neigenden Mazeration der Epidermis, welche eine stetige Spülbehandlung erfordert, um nicht schwere Entzündungen an den Lidern auftreten zu lassen. Auch hier ist deshalb der Ersatz durch Schleimhautlappen anzustreben. Oft aber gibt es von den tieferliegenden Narben aus eine derartige Schrumpfung, daß das Tragen eines künstlichen Auges verhindert wird.

Das Tiefertreten des erhaltenen Bulbus nach Verletzung des Orbitalbodens und des Margo infraorbitalis ist durch das geeignete Einfügen von Knorpeltransplantationen zu beseitigen.

Schwierig ist die Verbindungsfistel zwischen Augenhöhle und Sinus maxillaris zum Verschuß zu bringen. Durch Einschlagen von kleinen Konjunktivalläppchen in die Fistelöffnung ist der Verschuß schwer zu erreichen. Ich konnte ihn erst erzielen durch völlige Freilegung des Fistelganges mit Ablösung der Haut des Lidwinkels. Danach ließ sich die Fistelöffnung im Konjunktivalsack nach Abtrennung vom Knochen zuverlässig verschließen.

Zur Operation der Ektropien des Unterlides dient wegen des vernarbten Untergrundes am besten ebenfalls der gestielte Stirnhautlappen. Das bei ausgedehnteren Vernarbungen der Gesichtshaut wieder auftretende Herabsinken des Lidrandes ist entweder durch Einfügen eines Faszienzügels oder durch Lappenbildung aus dem subkutanen Gewebe beseitigt worden.

### J. Verletzungen des Oberkiefers.

Die Verletzungen des Oberkiefers sind bei Kriegsschußverletzungen meist mit derartigen Defekten der Wange, Nase und Lippen verbunden, daß sie in der Behandlung gegenüber den erforderlichen plastischen Operationen zur Wiederherstellung des Gesichtes mehr in den Hintergrund treten. Die im Wangen- oder Nasendefekt frei liegende breite Öffnung des Sinus maxillaris läßt sich in ähnlicher Weise durch Hautlappen der Umgebung, die am Defektrand gestielt sind und nach innen umgeklappt werden, verschließen, wie das Naseninnere bei der Kriegssattelnase. Gleichzeitig oder später kann die äußere Plastik ausgeführt werden. Daß vor der plastischen Operation die Schleimhaut des zu eiteriger Retention neigenden Sinus zuverlässig ausgeheilt sein muß, ist selbstverständlich. Große Schwierigkeiten machten trotz langdauernder Vorbehandlung Fälle, welche aus einem mit Erysipel verseuchten Kieferlazarett zugewiesen waren. Es war nach jedem Eingriff mit dem Auftreten des Gesichtserysipels zu rechnen, so daß mancher Erfolg erst nach vergeblichen Mühen erreicht worden ist.

Von den Verletzungsdefekten des Oberkiefers in der Mundhöhle ist natürlich der Defekt des Processus alveolaris allein der zahnärztlichen Behandlung zu überlassen. Vor der Herstellung von passenden Zahnapparaten sind aber häufig die Verwachsungen der Schleimhaut der Oberlippe oder Wange mit der Schleimhautnarbe des harten Gaumens zu beseitigen, damit ein mit Zähnen ausgestatteter Bügel eingeführt werden kann. Dazu muß aber nicht nur durch Entfernung der Narben Platz geschaffen werden, sondern es ist der entstandene Defekt der Schleimhaut auch zu ersetzen. Dies geschieht durch gestielte Schleimhautplastik aus der Wange oder der Lippe.

Geht der Defekt des Alveolarbogens in den eröffneten Sinus maxillaris oder in den Defekt des harten Gaumens über, so wird der Verschuß am einfachsten durch Schleimhautlappen, bei seitlichen Defekten aus der Wange, bei vorderen aus der Oberlippe erzielt, welche an dem Rande des Defektes breitgestielt in diesen hineingeschlagen werden. Um eine zuverlässige Verheilung mit den übrigen Randabschnitten des Defektes zu erhalten, müssen diese nicht nur angefrischt, sondern auch mindestens  $\frac{1}{2}$  cm weit abgelöst werden, damit der Wundrand des Lappens mit Hilfe von Matratzennähten zu breiter Vereinigung unter die Defektränder gebracht werden kann. Je weiter man dazu die Schleimhaut der Umgebung vom harten Gaumen und dem erhaltenen aber zahnlosen Teil des Alveolarbogens ablöst, desto mehr kann man durch Verschiebung der Defektränder auch eine Verkleinerung des Defektes der Schleimhaut des harten Gaumens erreichen, mitunter sogar eine vollständige Schleimhautbekleidung gegen die Mundhöhle zu.

Bestimmte Verfahren für einen solchen, nach beiden Seiten mit Schleimhaut zu versehenden Defektersatz anzugeben und grundsätzlich zu verfolgen, halte ich bei der Verschiedenartigkeit der Verletzungsformen für überflüssig. Ist man der Meinung, daß ein zum Defektverschuß nach innen umgeklappter Schleimhautperiostlappen des Oberkiefers zur besseren Ernährung, zum festeren Einheilen und zum solideren Verschuß auch einer ausreichenden Schleimhautbekleidung gegen die Mundhöhle zu bedarf, und ist hierzu genügend Material vorhanden, so kann man sowohl die eben erwähnte Verschiebung aus der Nachbarschaft benutzen, als einen brückenförmigen Schleimhautperiostlappen vom Defektrande her verschieben oder aber einen mehr bogenförmig gebildeten gestielten Lappen auf die Wundfläche des eingeklappten Lappens verschieben. Je nach Lage des Falles wird man das Material dem weichen oder harten Gaumen, der Wangenschleimhaut oder der Lippe entnehmen können.

Liegt der zu ersetzende Defekt des Gaumens oder des Sinus weit nach hinten, oder ist die Wange zu stark vernarbt, um eine genügende Verziehung des Mundwinkels



und der Lippe zu gestatten, so scheue man nie die quere Wangenspaltung, die sich ja oft auch durch die notwendige Entfernung der äußeren Narbe ergibt. Das Operationsfeld wird dadurch zugänglich, und die richtige Bildung und Vernähung des Lappens verdankt man häufig nur der queren Wangenspaltung und ebenso die Sicherheit des Erfolges.

So war z. B. bei dem 47jährigen Major Frhr. v. H., nach dessen Verwundung im November 1914 links eine Verbindung zwischen Sinus maxillaris und Mundhöhle in der Höhe der fehlenden Backenzähne zurückgeblieben war, eine dreimalige Operation, von Zahnärzten und einem Chirurgen ausgeführt, erfolglos, trotzdem die Versuche mit Periostschleimhautlappen aus der Umgebung des harten Gaumens vorgenommen worden waren. Im März 1917 der chirurgischen Klinik überwiesen, wurde der Fall sofort von mir mit querer Wangenspaltung links operiert, das Loch im Oberkiefer umschnitten und sodann durch einen daumenbreiten, am Defektrand gestielten Wangenschleimhautlappen gedeckt, dessen nach der Mundhöhle sehende Wundfläche, an den Rändern unter die etwa 1 cm weit abgelöste Schleimhaut des Defektrandes verschoben, vernäht wurden. Es trat rasch völlige Heilung ein. Bereits nach 4 Wochen konnte der Patient dienstfähig mit zuverlässig geheiltem Defekt entlassen werden.

In allen Fällen, in welchen überhaupt Lippen- oder Wangenschleimhaut zum Ersatz vorhanden war, konnte ich mit ihrer Hilfe selbst größere Defekte des harten Gaumens bei Fehlen des benachbarten Alveolarabschnittes ersetzen.

Ist die Wange oder Lippe ebenfalls am Defekt beteiligt, dann ergibt sich von selbst die Benutzung eines Hautlappens, denn hier ist der Rand des Lippen- oder Wangenhautdefektes ganz in der Nähe des Kieferdefektes vernarbt, und diese Verbindung kann als Basis für einen umzuschlagenden breiten Hautlappen benutzt werden, falls überhaupt nichtvernarbte und nichtbehaarte Haut in der Nähe vorhanden ist, sonst muß der gleichzeitig zum Ersatz der Wangenschleimhaut und Haut bestimmte, aus der haarlosen Stirnhaut und behaarten Kopfhaut gebildete und gedoppelte Lappen in seinem haarlosen Teil so reichlich bemessen werden, daß er gleichzeitig mit der Schleimhaut auch den benachbarten Kieferdefekt zu ersetzen vermag.

Da große Verletzungsdefekte des harten Gaumens und Alveolarbogens mit Sinuseröffnungen stets auch mit durchgehenden Wangen- oder Lippendefekten verbunden sind, oder aber infolge frühzeitiger Naht der äußeren Wunden eine entstellende Vernarbung aufweisen, so daß durch deren Entfernung wieder ein durchgehender Defekt entsteht, so läßt sich der Ersatz und Verschluß des Oberkiefers immer mit der nötigen äußeren Plastik vereinigen, und es ist nicht notwendig, auf Verfahren zurückzugreifen, welche der inneren Wangenplastik nachgebildet sind, indem Hautlappen aus der Stirn, aus dem Arm oder aus der Halshaut durch die Mundöffnung oder durch einen Schlitz vor dem Masseter (ROTTER) in die Mundhöhle gebracht werden.

Für Defekte des harten Gaumens ohne Beteiligung des Alveolarbogens läßt sich die gestielte Plastik aus der Wangenschleimhaut nicht gut verwenden, da der Lappen sehr groß sein müßte, um über die Zahnreihen hinweggeführt werden zu können. Für kleinere Defekte steht hier die Verwendung von brückenförmigen Schleimhautperiostlappen (ähnlich wie bei der Uranoplastik von LANGENBECK) oder von breit am Defektrand gestielten Schleimhautperiostlappen der Umgebung, auch Schleimhautlappen aus dem weichen Gaumen, die umgeklappt werden (ähnlich dem ersten Uranoplastikversuch von KRIMER) zur Verfügung, wonach man eine Bekleidung nach der Mundhöhle zu auf verschiedene Weise, wie oben erwähnt, erhalten kann.

Alle diese Operationen erfordern natürlich das Vorhandensein von genügendem, gut erhaltenem Schleimhautmaterial.

Ist dies nicht der Fall, so fragt es sich an erster Stelle, ob eine gut sitzende Gaumenplatte einen völligen Verschluß erreichen kann, denn in den meisten Fällen

muß ohnehin zum Ersatz von Zähnen eine Gaumenplatte getragen werden, an der sich mit Leichtigkeit ein gut sitzender Verschlußkloß aus Hartkautschuk anbringen läßt. Sitzt die Gaumenplatte einmal richtig, und sind genügend Zähne vorhanden, um eine gute Befestigung zu erlauben, so ist auch der Verschluß des Gaumendefektes ein so vollständiger, daß für mich wenigstens ein Grund zur Operation nicht vorliegt. Ich kann mich deshalb auf Grund langjähriger Erfahrung nicht mit dem von anderer Seite, namentlich jüngst von ROSENTHAL, aufgestellten Grundsatz einverstanden erklären, wonach alle „Gaumendefekte ausnahmslos der operativen Behandlung zugänglich zu machen sind“. Im Gegenteil, ich halte die Operation nur für angezeigt, wenn der Gaumendefekt aus irgendeinem Grunde nicht gut und zuverlässig durch eine Gaumenplatte verschlossen werden kann.

Vor ihrer Ausführung muß eine gründliche Vorbehandlung der Nasenhöhle stattfinden, um die meist vorhandene, den Operationserfolg gefährdende Eiterung zu beseitigen. Der zu verwendende Hautlappen muß sehr gut ernährt sein, um überall rasch an den angefrischten Schleimhautdefekträndern anzuheilen und nicht durch Randnekrosen Fistelöffnungen zurückzulassen. Deshalb bevorzuge ich den Stirnlappen, gestielt in der Schläfengegend, weniger empfehlenswert ist der Halshautlappen und am wenigsten der Armlappen. Eine vorherige Verdoppelung des Lappennes ist nur bei sehr großen Defekten nötig, sie ist zuverlässiger als die vorherige Epidermistransplantation der Wundseite. Die Ausstattung des Lappens mit einer Knochenplatte aus der Tabula externa, bzw. dem Schlüsselbein (SOERENSEN), oder durch freie Plastik erzielt, halte ich nicht für notwendig und zweckmäßig, denn auch der ohne Knochen zur Anheilung gebrachte einfache oder doppelte Hautlappen bekommt allmählich eine für den Gaumen genügende Festigkeit, wahrscheinlich durch kräftige Vernarbung. Ob das Periost, wie ROSENTHAL glaubt, von den Defekträndern einwächst, dürfte sehr fraglich sein. Bei der Leichtigkeit einer nach der Operation im Lappen auftretenden Eiterung ist ein mit der Lappenspitze gleichzeitig verpflanztes Knochenstück außerdem stets gefährdet, so daß es sich wohl selten dauernd erhalten kann, am wenigsten, wenn es schon eine Woche nach der Einlagerung, wie SOERENSEN empfiehlt, mit der Lappenspitze in den Defekt übertragen wird. Verwendet man den Stirnlappen, so kann man leicht die Lappenspitze mit Periost ausstatten und hat dann sicherlich ein ebenso zuverlässiges Ersatzmaterial wie bei der Langenbeckschen Uranoplastik.

Für die Einlagerung der Lappenspitze in den Defekt habe ich, wie bei dem Schleimhautersatz aus der Wange, die quere Wangenspaltung einer schlitzförmigen Durchtrennung am vorderen Masseterrand (ROTTER), zwischen Nasenflügel und Jochbein (BARDENHEUER) oder am Unterkiefertrand mit Durchtrennung der Schleimhaut vor dem Masseter (v. EISELSBERG, KAPPIS, SOERENSEN) vorgezogen, und zwar vor allem deshalb, um der von der Mundhöhle aus leicht einsetzenden Wundinfektion und ihrer Ausbreitung in der Wange keine günstigen Bedingungen zu schaffen.

### K. Ohrplastik.

Formverbesserungen der Ohrmuschel lassen sich im allgemeinen ohne Schwierigkeiten erreichen. Für die Unregelmäßigkeiten der Ränder genügt die entsprechende Anfrischung und Naht; die Herstellung des Ohrläppchens mit einem gestielten Lappen aus der Wange, der gedoppelt wird, ist ein bekanntes, viel geübtes Verfahren. Ebenso bekannt ist heute, daß man größere Defekte der Ohrmuschel ersetzen kann, selbst größere Teile einer Ohrmuschel können nach entsprechender Einheilung eines großen Ohrmuschelkeiles aus dem gesunden Ohre aufgebaut werden (s. KÖRTE und LEXER). An Kriegsverletzten habe ich derartige Operationen nicht vorgenommen, meist deshalb nicht, weil anderweitige Verletzungen

viel wichtigere Operationen erforderten. Als besonderer Eingriff war in einigen Fällen die plastische Herstellung des äußeren Gehörganges notwendig, wenn derselbe narbig verengt oder verschlossen war. Hierzu entnahm ich einen 1 cm breiten, entsprechend langen, oben gestielten Lappen der Haut vor dem Ohr und legte ihn nach Exzision des vernarbten Gehörganges ringförmig in den durch Exzision der Narben entstandenen Defekt.

#### Literatur.

- <sup>1)</sup> LEXER, Wiederherstellungschirurgie 1919. Mit Literatur. J. A. Barth, Leipzig. — Die freien Transplantationen. Enke, Stuttgart. Mit Literatur. — Plastische Operationen im Handb. f. prakt. Chirurgie Bd. 1. — Chirurg. Operationslehre von BIER, BRAUN, KÜMMELL. Mit Literatur. J. A. Barth, Leipzig.
  - <sup>2)</sup> EDEN, Die freie Transplantation der peripheren Nerven zum Ersatz von Nervendefekten. Arch. f. klin. Chir. 1919 Bd. 112 und Chirurgenkongreß 1921.
  - <sup>3)</sup> HUECK, Ein Fall von Daumenersatz durch einen unbrauchbaren Finger. Inaug.-Diss., Bonn 1919.
  - <sup>4)</sup> LUCKSCH, Chir. Kongreß 1903 u. Münchn. Med. W. 1916.
  - <sup>5)</sup> SCHMIEDT, Beitrag zur Daumenplastik. D. Zeitschr. f. Chir. 1918 Bd. 145 S. 420.
  - <sup>6)</sup> SZUBINSKI, Ersatz des gelähmten Trapezius durch Faszienzüge. Zentralbl. f. Chir. 1920. S. 1172.
-



## XIV. Künstlicher Ersatz der Glieder.

### 1. Schmuck- und Arbeitsarme.

Von Regierungs-Medizinalrat Dr. MAX BÖHM in Berlin.

Stabsarzt der Reserve a. D.

Im Kriege orthopädischer Fachbeirat des XX. A.-K., Allenstein und des Gardekörps Berlin sowie Chefarzt der orthopädischen Lazarette „Jacobsberg“ (Alenstein) und „Schloß Charlottenburg“ (Berlin); jetzt Leiter der orthopädischen Versorgungsstelle II, Berlin.

Mit 43 Abbildungen im Text und 2 Tafeln\*).

Jedem, der in die unglückliche Lage kommt, einen Arm oder Teile des Armes durch Amputation verloren zu haben, schwebt als Ideal ein Kunstarm vor, der ihm ein Doppeltes leistet:

1. Der Arm soll dem natürlichen so ähnlich wie möglich sein. Er soll nicht auffallen und nicht vom gesunden Menschen abstechen, nicht Anstoß erregen und nicht zum Mitleid herausfordern. Das ist der erste Wunsch des Armamputierten, ein begreiflicher Wunsch, an dessen Erfüllung kein Erfinder vorbeigehen kann.

2. Der Kunstarm soll auch funktionell den natürlichen ersetzen, d. h. er soll den Amputierten in die Lage bringen, nicht nur Verrichtungen des täglichen Lebens, wie Essen, Schreiben usw., sondern auch Berufsarbeiten vorzunehmen. Die Bewegungen, die der Kunstarm zu diesem Zwecke ausführt, sollen natürlich sein, d. h. sie sollen, wie beim normalen Arm, willkürlich ohne fremde Hilfe und ohne Zuhilfenahme der gesunden Hand stattfinden.

Den Erfindern des Mittelalters und der Neuzeit, die sich mit dem Bau künstlicher Arme befaßt haben, schwebte dieses doppelte Ideal eines formschönen und funktionell-tüchtigen Kunstarmes vor. Wieweit es ihnen gelungen ist, das Ideal zu erreichen, darüber urteilt 1864 NEUDÖRFER in seinem „Handbuch der Kriegschirurgie“ folgendermaßen:

„Es gibt zwar viele künstliche Arme, aber vollkommen dem Zweck entsprechend ist kein einziger. Es gibt keinen einzigen künstlichen Arm, der die beiden an ein künstliches Glied mit Recht zu machenden Anforderungen zu gleicher Zeit erfüllen würde. Immer muß man sich beim künstlichen Arm schon mit der unvollkommenen Erfüllung einer der beiden Anforderungen zufrieden geben. Der künstliche Arm kann entweder bloß die stattgefundene Verstümmelung unkenntlich oder wenigstens minder auffallend machen, oder er kann bloß zum Teil die Funktion des natürlichen Armes für gewisse Arbeiten übernehmen. Es ist dies auch vollkommen begreiflich und klar, warum die Kunst beim Arme nicht gleich günstige Resultate wie beim Beine erzielen kann. Beim Arme hat die Natur auf einem sehr kleinen Raume eine große Anzahl beweglicher Elemente zusammengedrängt, welche die Ursache ihrer Bewegungen und Formveränderung in sich selbst tragen, denn bei den verschiedenen

\*) Abb. 479, 480, 482—485, 488, 492, 495—497, 499, 500 und Tafel I u. II aus GOCHT-RADIKE-SCHÉDE, Künstliche Glieder, 2. Aufl.;

Abb. 458, 477, 478, 481, 486, 487, 490, 491, 493, 494, 498 aus Ersatzglieder u. Arbeitshilfen, 1919; Abb. 463, 464, 467, 468, 471—473, 475, 476 aus Archiv für Orthopädie und Unfallchir., Bd. 19 (Tätigkeitsbericht der Prüfstelle);

Abb. 489 aus Archiv für Orthopädie und Unfallchir., Bd. 16 (Arb. BÖHM, Gliedersatz für Schwerarbeiter).

Bewegungen und Formveränderungen der Hand ist der Oberarm nur sehr wenig, der Rumpf aber gar nicht beteiligt. Wenn wir daher von einem künstlichen Arme verlangen, daß er die stattgefundene Entstellung möglichst unkenntlich machen solle, so werden wir dem Manne eine Vorrichtung geben können, welche die Form des Armes, der Hand und der Finger und die Bewegung der letzteren nachahmen kann, aber dieser Mechanismus wird so zart sein, daß er schon deswegen zum Funktionsersatz der Hand, zum Arbeiten, ungeeignet ist, und wenn man die Teile so stark machen wollte und könnte, daß sie zur Arbeit brauchbar wären, so würde ein solcher Mechanismus keine Ähnlichkeit mit dem Arme haben.“

Die Unmöglichkeit, das Kunstarmideal, wie oben geschildert, technisch zu verwirklichen und zugleich die Erkenntnis, daß die Bedürfnisse hinsichtlich des Armersatzes bei den einzelnen Armamputationen, je nach dem Grade der Amputation, auch je nach Beruf und Stellung, verschieden sind, führten zu einer Differenzierung des Problems.

1. Man konstruierte „Schmuckarme“, d. h. Arme, die im wesentlichen nur auf den kosmetischen Teil des Problems Rücksicht nahmen und nur den Zweck verfolgten, in möglichst vollendeter Form den natürlichen Arm in der Ruhelage und beim Gehen nachzuahmen.

2. Man erfand „Arbeitsarme“, d. h. Kunstarme, die lediglich den Zweck verfolgten, ohne Rücksicht auf Form und natürliche Bewegungen, den Amputierten zu gewissen Verrichtungen und Arbeitsleistungen zu befähigen. So entstanden Konstruktionen, die keinen Anspruch auf den Namen „Kunstarme“ erheben können, sondern nur noch Werkzeuge sind.

3. Man baute „willkürlich bewegte Arme“, die nicht nur die natürliche Form, sondern auch die natürlichen willkürlichen Bewegungen des Armes nachahmten, letztere in der Absicht, eine beschränkte Zahl von Verrichtungen dem Amputierten zu ermöglichen.

Nach diesen drei Richtungen hin bewegte sich der Erfindergeist, ohne daß zwischen ihnen scharfe Grenzen bestanden. Denn bald wurde ein „Schmuckarm“ durch gewisse Vorrichtungen, Ansätze u. dgl. so eingerichtet, daß er auch als eine Art „Arbeitsarm“ dienen konnte; bald wurde der „Arbeitsarm“ mit entsprechenden Hüllen und einer ansteckbaren Kunsthand so ausgestattet, daß er auch als „Schmuckarm“ verwandt werden konnte. Schließlich wurden auch die willkürlich beweglichen Arme mit Arbeitsansätzen versehen und umgekehrt an „Schmuck-“ und „Arbeits“armen auch „willkürliche“ Züge angebracht.

Angestachelt durch den massenhaften Bedarf zeitigte der Erfindergeist der „Prothesensucher“ während des Weltkrieges eine Überproduktion von Konstruktionen. Von diesen die brauchbaren herauszusuchen, ist heute die schwere Aufgabe der Fachärzte.

### A. Der Schmuckarm.

Ein reiner „Schmuckarm“ ist der Kunstarm, dessen Aufgabe sich in der Nachbildung der menschlichen Körperform erschöpft und dessen Mechanismus ein rein passiver ist.

Bei der Nachformung der entsprechenden Körperteile ist auf folgende Einzelheiten zu achten:

1. Das Material des Kunstarmes darf niemals die charakteristische Schulter-nackenslinie beeinträchtigen; es darf durch den Schulterteil der Prothese nicht eine „dicke“ oder „hohe“ Schulter entstehen, die dem Körper sofort etwas Unschönes gibt und die Aufmerksamkeit auf den Arm lenkt.

2. Die Ruhelage des gesunden Armes ist nicht mit der anatomischen Normalhaltung identisch, bei der bekanntlich der Oberarm leicht nach außen gedreht, der Unterarm vollkommen supiniert und die Handfläche frontal steht; vielmehr steht der Normalarm in gewohnheitsmäßiger Ruhehaltung im Schultergelenk um 20° einwärts gedreht, der Unterarm und die Hand um ca. 135° proniert (gegenüber der vollen

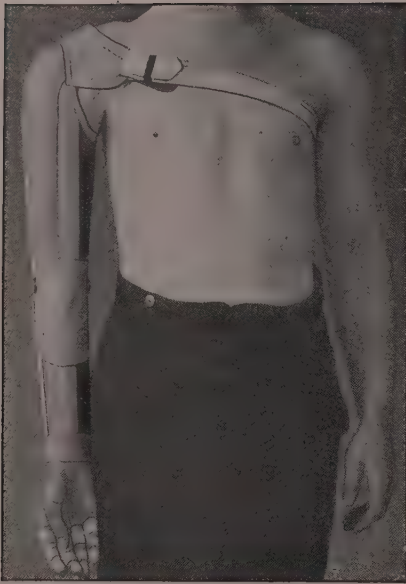


Abb. 458. Falsch gebauter Schmuckarm. Nach NICOLAI.

liche Abmessungen dabei resultieren. Auch bei der Kunsthand ist zu bedenken, daß sie als totes Gebilde immer größer als die lebende Hand aussieht; sie muß daher hinsichtlich der ganzen Länge als auch des Querschnittes der Mittelhand etwas kleiner als die natürliche sein. Die Querwölbung der Mittelhand darf nicht fehlen.

Geht nun der Schmuckarm aus seiner gewohnheitsmäßigen Ruhehaltung heraus und treten Bewegungen ein, so müssen diese genau so wie die natürlichen erfolgen. Diese Bewegungen spielen beim Gehen eine große Rolle. Der natürliche Arm schwingt bekanntlich beim Gehen hin und her, und zwar in ganz typischer Weise. Im geringen



Abb. 459. Abb. 460. Abb. 461. Ersatz sämtlicher Finger und des Daumens. Aus Leichtholz gefertigt. Links Gipsabguß des Stumpfes, rechts Prothese.

Aus Leichtholz gefertigt. Links Gipsabguß des Stumpfes, rechts Prothese.

Supination), die Hand im Handgelenk leicht gestreckt. Ein Kardinalfehler beim Bau von Schmuckarmen ist es, wenn dieser die anatomische Haltung nachahmt. Ein Blick auf Abb. 458 zeigt das Widernatürliche einer solchen Konstruktion.

3. Die Längen- und Dickenabmessungen des Schmuckarmes müssen den Maßen der gesunden Seite entsprechen, vielleicht ihnen gegenüber etwas zurückbleiben. Es ist zu berücksichtigen: Ein toter Arm wirkt immer länger als ein lebender!

4. Die Hand des Schmuckarmes muß der natürlichen in Ruhestellung befindlichen Hand möglichst nahe kommen. Sie muß am Arm in leichter Streckung und leichter Pronation befestigt sein, so daß die Handfläche halb nach innen, halb nach hinten schaut. Die vier Finger stehen leicht gebeugt, der vierte mehr als der dritte, dieser mehr als der zweite; Zeigefinger und Daumen müssen sich mit ihren Spitzen berühren, ohne daß unschöne Zwangshaltungen oder widernatürliche

Maße erfolgt das Schwingen aus dem Schultergelenk, in höherem Maße aus dem Ellbogengelenk heraus; die Schwingenebene läuft nicht parallel zur Mittelebene des Körpers, sondern schneidet diese ventralwärts unter einem spitzen Winkel.

Hinsichtlich der Beweglichkeit des Schmuckarmes müssen demnach folgende allgemeine Forderungen gestellt werden:

1. Die im natürlichen Schultergelenk vorhandenen physiologischen Bewegungen dürfen so weit als möglich durch den Schmuckarm bzw. durch seine Aufhängung nicht stillgelegt werden; insbesondere aber darf die beim Gehen gewohnheitsmäßig stattfindende

Abb. 461. Ersatz sämtlicher Finger und des Daumens. Aus Leichtholz gefertigt. Daumen federnd. Durch Handschuh an der verletzten Hand zu befestigen.



Pendelbewegung des Armes in der Schulter nicht gehemmt oder in falsche Bahnen geleitet werden.

2. Das künstliche Ellbogengelenk muß am Schmuckarm des Oberarmamputierten so gebaut und gelagert sein, daß eine Schwingung des künstlichen Unterarmes in schöner und physiologischer Weise beim Gehen stattfinden kann. Am

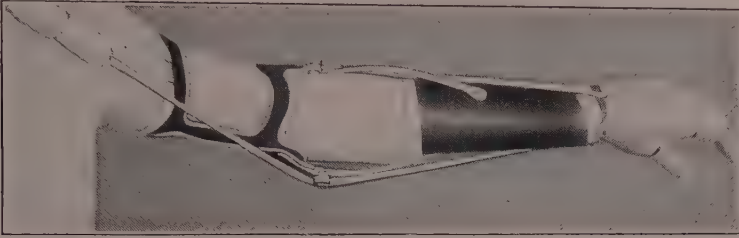


Abb. 462. Willkürlich bewegter Schmuckarm für Exartikulation im Handgelenk. Unterarmhülse aus Leder, Stumpfende in Holz gefaßt. Handgelenk. Carnes-Hand. Verbindung mit Oberarmmanschette durch zwei Spiralen. Dadurch Freigabe von Pro- und Supination (nach Biesalski). Schulterzüge für Beugung und Streckung von Handgelenk und Fingern.

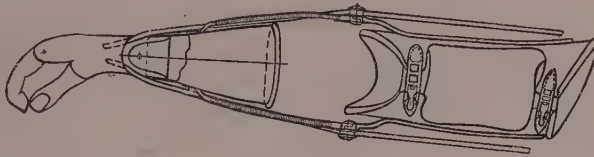


Abb. 463.

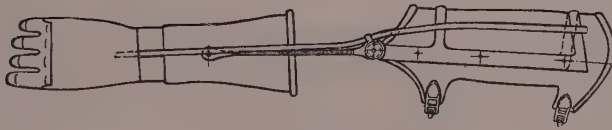


Abb. 464.

Abb. 463 u. 464. Konstruktionszeichnungen zu Abb. 462.

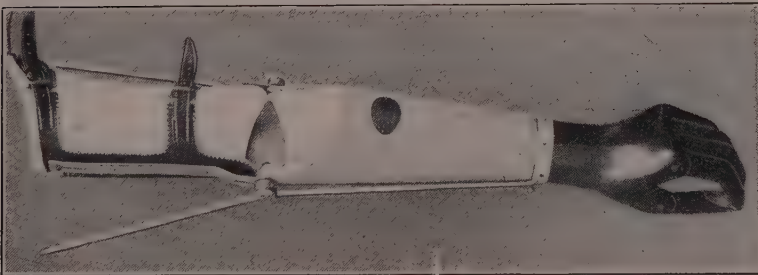


Abb. 465. Willkürlich bewegter Schmuckarm für mittellange Unterarmstümpfe. Unterarmhülse aus Leichtmetall mit Zellonlack überzogen. Mechanisches Drehgelenk. Hüfner-Hand, durch Schulterzug willkürlich bewegt (passiv sperrbar). Oberarmmanschette mit Unterarm durch Scharniergelenke verbunden.

besten bewährt es sich hier das künstliche Ellbogengelenk einachsrig als Scharniergelenk zu bauen, unter Verzicht auf Pro- und Supination. Es empfiehlt sich dringend, den Schmuckarm des Oberarmamputierten mit einer Brems- oder Feststellvorrichtung zu versehen, so daß der Ellbogen, wenn erforderlich, passiv in jeder beliebigen Flexion festgestellt werden kann. Die Hantierung des Schmuckarmes wird dadurch dem Amputierten in mancher Weise wesentlich erleichtert.

Für den Unterarmamputierten, der noch über ein natürliches Ellbogengelenk verfügt, kommt naturgemäß ein anderes künstliches Ellbogengelenk in Betracht als für den Oberarmamputierten. Bremsung und Feststellvorrichtung kommen dann im allgemeinen in Wegfall, da aktive Muskelkräfte diese Funktionen übernehmen können.

Wesentlich ist es, ob in einem Unterarmstumpf Pro- und Supination vorhanden ist und ob der Stumpf genügend lang und kräftig ist, diese Bewegungen der Prothese zu übermitteln. Ist dieses der Fall, so muß das künstliche Ellbogengelenk nicht nur Beugung und Streckung, sondern auch Pro- und Supination erlauben.

3. Ein steifes Handgelenk erweckt leicht den Eindruck des Unnatürlichen. Darum ist es vom Standpunkte der Kosmetik empfehlenswert die Kunsthand am Schmuckarm entweder mit allseitiger Beweglichkeit mit Hilfe eines Kugelgelenks oder wenigstens zur Ermöglichung der Drehbewegungen (Pro- und Supination), unter Verwendung eines Drehgelenkes anzuschließen. Die Bewegungen dürfen indessen nie schlottern, sondern müssen gebremst oder festgestellt werden können.

4. Die Einstellung der Finger in jede beliebige Lage ermöglicht es, der mit dem Handschuh bekleideten Hand ein recht natürliches Aussehen zu geben. Doch genügt auch eine Hand mit festen Fingern allen Ansprüchen der Kosmetik, wenn die Finger in schöner Ruhelage stehen (s. o.). Bei fast allen Schmuckarmen ist der Daumen „federnd“ angebracht, so daß er passiv abgespreizt werden kann und durch Federung sich an den Zeigefinger anpreßt.

Den je vier Anforderungen, die wir soeben an einen Schmuckarm hinsichtlich seiner Form und seiner Beweglichkeit gestellt haben, sind noch vier weitere anzuschließen, die sich auf den allgemeinen Bau desselben beziehen:

1. Der Schmuckarm muß am Körper bzw. am Stumpf so angebracht sein, daß er dem Träger nicht durch Schnürungen, Einengungen usw. Schmerzen verursacht. Er darf aber auch nicht unnötig große Körperflächen an Schulter und Brust bedecken, besonders auch nicht die Tätigkeit des entsprechenden gesunden Armes durch Bandagen in der Achselhöhle beeinträchtigen.

2. Das Material des Schmuckarmes muß widerstandsfähig sein und zu möglichst wenig Reparaturen Anlaß geben. Das gilt vor allem für die künstlichen Gelenke und die Kunsthand.

3. Der Schmuckarm muß so umkleidet sein, daß einerseits sein innerer Mechanismus nicht verschmutzen kann, andererseits durch seine Metallteile die Kleidung und Wäsche des Amputierten nicht angegriffen werden.

4. Eine besondere Bedeutung kommt dem Gewicht des Schmuckarmes zu. Ein im Schultergelenk ausgelöster natürlicher Arm wiegt ca. 7 Pfd., ein Oberarm allein ca. 4, ein Unterarm ca. 2 und eine Hand 1 Pfd. Wollte man diese Gewichtsmenge der Konstruktion von Schmuckarmen zugrunde legen, so würde man ein großes Fiasko erleben. Ein toter Kunstarm muß unvergleichlich weniger als ein lebender wiegen, denn ihm fehlen die aktiven Träger: die Muskeln! Dabei sind noch zwei Gesichtspunkte besonders zu beachten. Je kürzer der Stumpf, desto schwerer fällt es ihm, einen Kunstarm zu tragen und zu dirigieren, desto geringer muß also das Gewicht des Schmuckarmes sein. Zweitens ist die Verteilung des Gewichtes beim Kunstarme von Bedeutung. An seinem proximalen Teile macht sich das Gewicht nicht so geltend als am distalen Teile, wo die Schwere nach den Hebelgesetzen vervielfacht wirkt. Man muß fordern, daß ein Schmuckarm inkl. Hand nicht mehr als 600–800 g wiegt.

Es ist eine Tatsache, daß die Schmuckarme von den Amputierten wenig getragen werden. Es ist das um so auffallender, da die Amputierten selbst als erste Bedingung für einen Kunstarm die schöne Form hinstellen, also in erster Linie einen „Schmuckarm“ wünschen. Was sie daran hindert, den heiß begehrten Schmuckarm zu tragen, ist häufig der Umstand, daß die zwölf soeben aufgestellten Bedingungen ganz oder

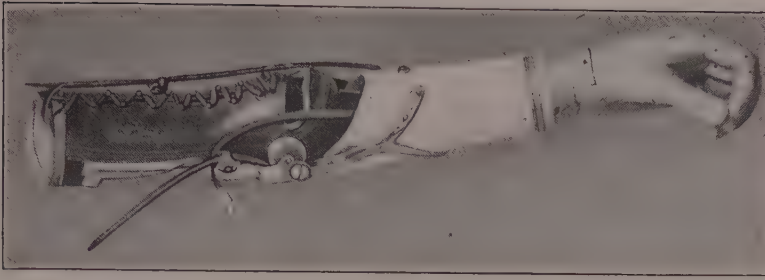


Abb. 466. Willkürlich bewegter Schmuckarm für Exartikulation im Ellbogengelenk. Unterarmhülse aus Leichtmetall; mechanisches Drehgelenk nach Carnes. Carnes-Hand. Gewalkte Lederhülse für Oberarm. Ellbogenscharnniergelenk. Drei willkürliche Züge: 1 und 2 für zusammengekuppelte Beugung und Supination des Unterarmes, 3 für Hand- und Fingerbewegung.

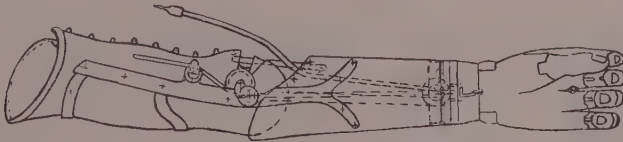


Abb. 467.

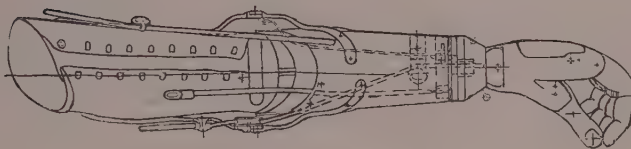


Abb. 468.

Abb. 467 u. 468. Konstruktionszeichnungen zu Abb. 466.

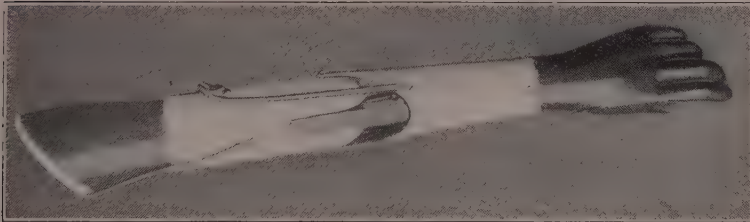


Abb. 469. Willkürlich bewegter Schmuckarm für mittellange Oberarmstümpfe. Stumpffassung aus gewalktem Leder, Oberarm- und Unterarmhülse aus Leichtmetall, verbunden durch künstliche Ellbogenscharnniergelenke. Mechanisches Drehgelenk im Unterarm. Hüfner-Hand (passiv sperrbar). Ein willkürlicher Zug zur Beugung und Supination des Unterarmes (zusammengekuppelt), ein zweiter willkürlicher Zug zur Fingerbeugung.

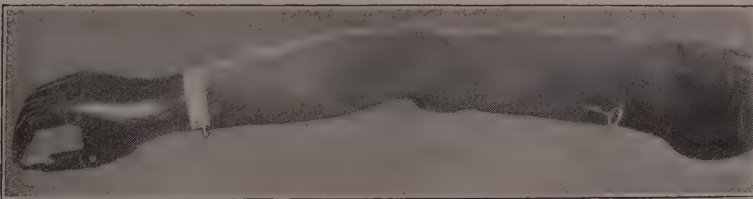


Abb. 470. Willkürlich bewegter Schmuckarm für kurze Oberarmstümpfe.

Ober- und Unterarmhülse aus Transparentleder. Ellbogenscharnnier an der Streckseite. Drehgelenk im Unterarm. Hüfner-Hand (passiv sperrbar). Ein willkürlicher Zug zur Beugung und Supination des Unterarmes (zusammengekuppelt); ein zweiter willkürlicher Zug zur Schließung der Finger. Der ganze Arm ist mit Wildleder überzogen. Gewicht 600 g.



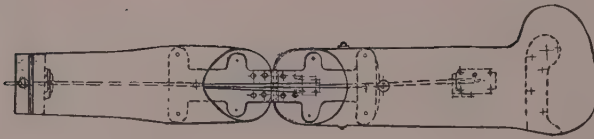


Abb. 471.



Abb. 472.

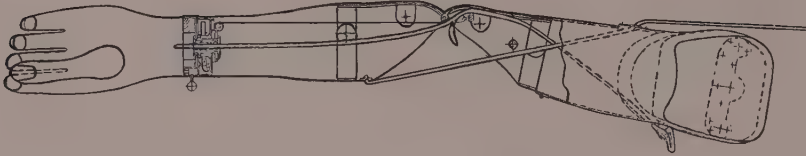


Abb. 473.

Abb. 471–473. Konstruktionszeichnungen zu Abb. 470.

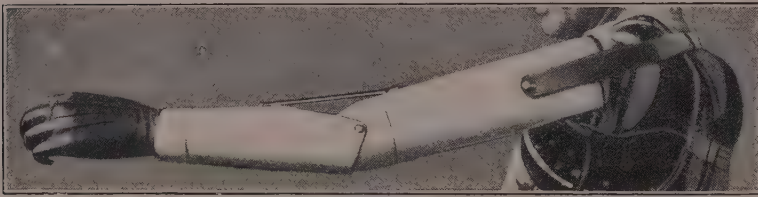


Abb. 474. Willkürlich bewegter Schmuckarm für Exartikulation im Schultergelenk.

Schulterkummet. Künstliches Schulterdrehgelenk, Ober- und Unterarmhülse aus Leichtmetall durch Ellbogenscharnier verbunden. Drehgelenk im Unterarm. Hüfner-Hand (passiv sperrbar). Willkürliche Züge für: 1. Vorwärtsheben des Oberarmes, 2. Abduktion des Oberarmes, 3. Beugung und Supination des Unterarmes (zusammengekuppelt), 4. Fingerschluß.

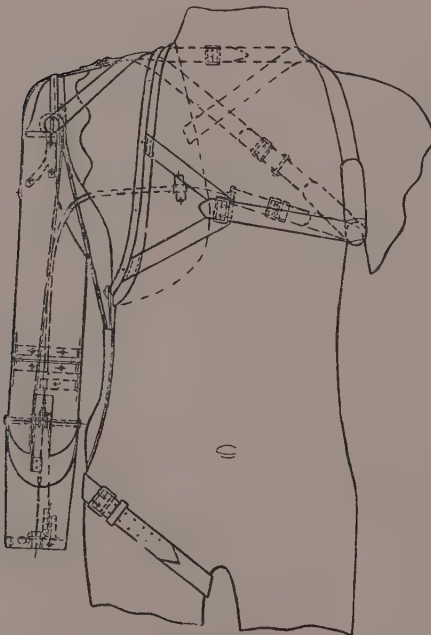


Abb. 475.

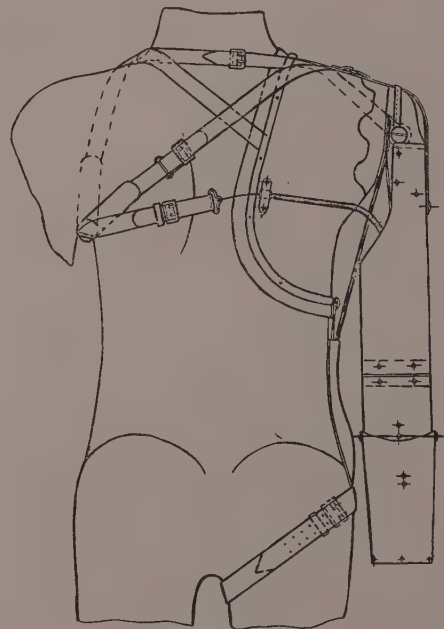


Abb. 476.

Abb. 475 u. 476. Konstruktionszeichnung zu Abb. 474.

teilweise nicht erfüllt sind, oder daß eine Indikation für die Beschaffung eines „Schmuckarmes“ nicht gegeben war. Diese Indikation für den Schmuckarm soll später erörtert werden; zunächst sollen hier einige Schmuckarmmodelle geschildert werden. Es würde zu weit führen, hier die älteren Schmuckarme von Cavin-Wilson in Edinburgh, von Mathieu in Paris, von Masters in London und von Pfister in Berlin zu beschreiben. Sie entsprechen ebenso wie die neueren Modelle von Comploymünchen, Eschbaum-Bonn, Windler-Berlin, Streißguth-Straßburg, Brandt-Braunschweig, Mollenhauer-Königsberg, Haase-Berlin, Nicolai-Hannover, Härtel-Breslau, Schanz-Dresden u. a. \*) ungefähr den oben aufgestellten Anforderungen, wenn auch vielfach ihr Gewicht zu groß ist, weil das bei ihnen verwandte Material (Walkleder, Holz, lange Metallschienen usw.) zu schwer ist.

Gerade auf die Leichtigkeit ist unter gleichzeitiger Berücksichtigung aller anderen Anforderungen bei der Anfertigung der Modelle Rücksicht genommen worden, die in der Werkstatt der orthopädischen Versorgungsstelle II Berlin, Schloß Charlottenburg, vom Meister Schlegelmilch gefertigt worden sind und als Beispiele von Schmuckarmen gezeigt werden sollen (Abb. 459—476).

Die hier beschriebenen und abgebildeten Modelle können als reine Schmuckarme getragen werden; sie können aber auch, wofür sie eigentlich bestimmt sind und wie das hier gezeigt ist, durch Einbau willkürlicher Züge, die an Schultergürtel und Rumpf angeschlossen werden, als willkürliche Schmuckarme benutzt werden.

Eine Kunsthand, die als reine Schmuckhand dienen soll, kann in sehr einfacher Weise — wie es Hoefftman und Bade gemacht haben — dadurch hergestellt werden, daß ein Handschuh mit Korkmehl oder Watte ausgestopft und durch ein Drahtgerüst versteift wird. Dem Nachteil der geringen Haltbarkeit einer solchen Ersatzhand steht der Vorteil der Leichtigkeit und der Elastizität der Finger gegenüber, die in jede beliebige Stellung gebracht werden können. Ähnlich konstruiert sind die Finger von Steiner, die aus Pappmasse und Drahtspiralen gebaut sind. Haltbarer ist die Haasesche Filz- und die Markssche Gummihand. Dagegen ist die sehr verbreitete Holzhand, deren Finger, wie die natürlichen, mit drei Gelenken versehen sind, sehr zerbrechlich. Wenn überhaupt Holz (Buxbaum-, Ahorn-, Lindenholz usw.) als Material für Schmuckhände gewählt wird, so verzichtet man im Interesse der Haltbarkeit am besten auf die Beweglichkeit der Finger — abgesehen vom Daumen — und schützt die Finger vor dem Abbrechen durch Holzeinlagen. Ein vorzüglicher Baustoff für Kunsthände ist Leichtmetall (Elektron u. dgl.).

Als Schmuckhand, die zugleich als willkürlich bewegbare Hand verwandt werden kann, hat sich uns die Hüfner-Hand bewährt.

## B. Der Arbeitsarm.

Die Freude, die der Armamputierte über den Schmuckarm anfänglich empfindet, tritt bald zurück gegenüber dem Wunsche, mit dem Kunstarm „auch etwas tun zu können“. Schon der gewöhnliche Schmuckarm ist imstande, den Wunsch des Verletzten, allerdings im bescheidenen Maße, zu erfüllen, wenn bei seinem Bau auf einige Einzelheiten Rücksicht genommen wird. Der federnde Daumen gewährt in dieser Hinsicht dem Amputierten eine bedeutende Hilfe: er ermöglicht ein Einklemmen von kleinen Gegenständen, z. B. Heften, Papier usw.

Ferner können die letzten Finger der Kunsthand in gekrümmter Stellung gebaut werden, so daß sie manche mit Henkel versehene Gegenstände (Eimer, Koffer usw.) tragend aufnehmen können (Abb. 477 u. 478).

\*) Siehe NICOLAI, der Schmuckarm im Handbuch „Ersatzglieder und Arbeitshilfen“ der Prüfstelle für Ersatzglieder, Springer 1919.

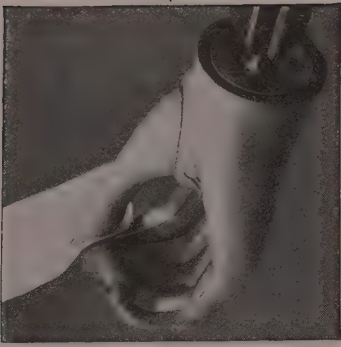


Abb. 477. Berliner Holzhand mit federndem Daumen. Ein Blatt Papier haltend.

stellung heraus und neben den Zeigefinger gelagert werden kann (Abb. 480), und Berg-Stuttgart baute seine Aluminiumhand aus diesem Grunde mit einem abnehmbaren Daumen (Abb. 481).

Logisch und konsequent handelten die Erfinder, die den Gedanken der „Arbeitshand“ zu Ende dachten, auf eine grazile, zerbrechliche, in ihrer Ausdehnung und Starrheit vielfach hinderliche „Schönheitshand“ überhaupt verzichteten und diese durch kräftige, dem Beruf angepasste „Arbeitsansätze“ ersetzen.

Diese Bestrebungen sind nicht neueren Datums. Schon Nyrop baute seine aus drei verschraubbaren Zinken bestehenden „Klauenhände“ und seine Stielgreifer. Mathieu konstruierte einen Tischlerarm; Gripouilleau, Bonnet, le Fort und Graf Beaufort (1867) haben besonders für Landwirte bestimmte „Arbeitsprothesen“

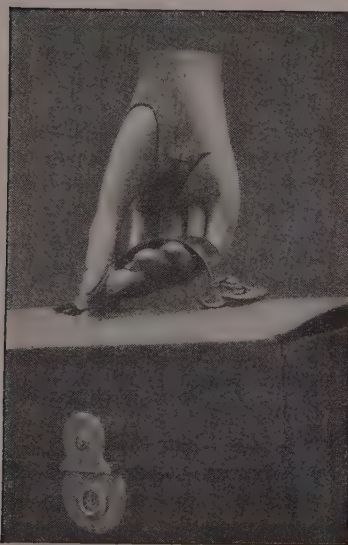


Abb. 478. Berliner Holzhand. Einen Koffer tragend.

Weitergehend haben manche Konstrukteure die Kunst Hände mit Öffnungen in der Hohlhand versehen, in die gewisse Geräte, insbesondere Schreibstifte, Gabeln, Messer u. dgl., eingesteckt werden können, eine völlig überflüssige Vorrichtung für Einseitig-amputierte (Abb. 479), die zum Schreiben und Essen immer nur die gesunde Hand benutzen.

Weitere Versuche, Werkzeuge an der Kunsthand mit Hilfe von Einsteckvorrichtungen oder Riemen zu befestigen, führten bald zu der Erkenntnis, daß die breite Hand mit ihren Fingern und vor allem dem Daumen bei der Arbeit hindernd im Wege stand. v. Baeyer konstruierte deshalb eine Hand mit einem seitlich verschieblichen Daumen, der aus der Oppositions-

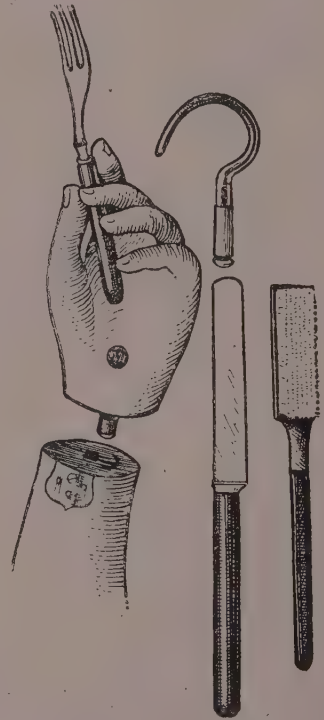


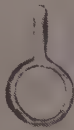











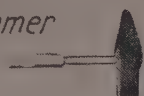
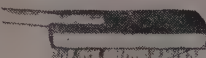
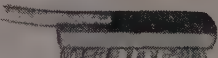
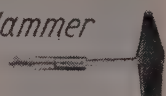

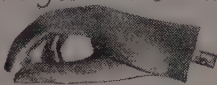
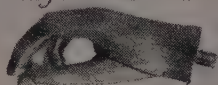




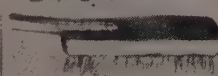

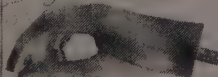
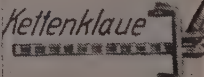
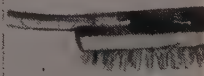

Abb. 479. Gummihand u. Einsteckvorrichtung von Marks.

mit großem Erfolge geschaffen. In Deutschland hat nach dem Vorgange Hoeftmans und Riedingers die „Prüfstelle für Ersatzglieder“ in eingehender Weise die Frage der Arbeitsansätze (Tafel I u. II) bearbeitet und in mühevoller wissenschaftlicher Arbeit für 14 verschiedene Berufsarten die passenden Ersatzstücke durchkonstruiert.

Auch einzelne Firmen, wie Jagenberg, Rota und Siemens, haben zahlreiche Ansatzstücke angegeben.

Aus der Zusammenstellung der Arbeitsansätze geht schon hervor, daß für die einzelnen Verrichtungen seines Berufes der Arbeiter auf verschiedene Stücke angewiesen und daher genötigt ist, mehrere Ansätze bereit zu halten und während der Arbeit umzutauschen, was sicher einen großen Zeitverlust und mitunter einen Nachteil für die Ausführung der Arbeit bedeutet. So ging das Bestreben dahin, Universalarbeitsansätze zu finden. In vollendeter Weise ist dieses Problem für die



Tabelle für die Auswahl der					
1.				2.	
Maschinenarbeiter		Fräsen		Pressen & Stanzen	Maschinenschloss
Drehen					
1.	Ring 	Ring 	Ring 	Ring 	
2.	Haken 	Haken 	Haken 	Haken 	
3.	Kurbeldreher 	Kurbeldreher 	Kurbeldreher 	Kurbeldreher 	
4.	Hammer 	Bürste 	Bürste 	Hammer 	
5.	Reißnadel 	Holzgebrauchshand 	Holzgebrauchshand 	Spitzkloben 	
6.	Feilkloben 			Feilkloben 	
				Reißnadel 	
7.	Bürste 			Feilenhalter 	
8.	Holzgebrauchshand 			Kettenklaue 	
9.				Bürste 	
10.				Holzgebrauchsha. 	

Arbeitsansätze. Ausgearbeitet von der Prüf







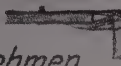


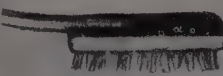


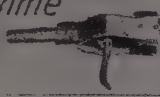
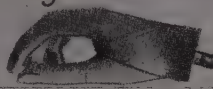








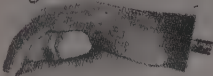

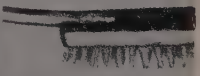
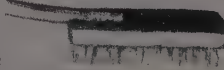

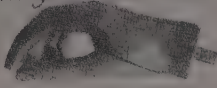
Ansatzstücke			Blatt 1.	
3.	4.	5.	6.	
Grob- & Bauschlosser Schmiede	Tischler	Stellmacher	Sattler	
Ring 	Ring 	Ring 	Ring 	
Haken 	Haken 	Haken 	Haken 	
Kurbeldreher 	Holzhammer 	Holzhammer 	Kurbeldreher 	
Hammer 	Hammer 	Hammer 	Klemme 	
Halter für schweren Hammer 	Doppelter Kugelhalter mit Drucknapf 	Doppelter Kugelhalter mit Drucknapf 	einfacher Kugelhalter mit Druckplatte 	
Feilkloben 	Ziehklinge 	Zieh- klinge 	Ahlenhalter 	
Feilen- halter 	Feilen-u. Raspel- halter 	Feilen-u. Raspel- halter 	Bürste 	
Kettenklaue 	Nagel- Klemme 	Beil 	Holzgebrauchshand 	
Bürste 	Bürste 	Bürste 		
und Holzgebrauchshand 	Holzgebrauchshand 	Holzgebrauchshand 		

stelle für Ersatzglieder (Merkblatt 8, 1917).







<i>Tabelle für die Auswahl der</i>				
	7.	8.	9.	10.
	<i>Schumacher (Handwerker)</i>	<i>Schumacher (Maschinenarbeiter)</i>	<i>Schneider</i>	<i>Tapezierer u. Polsterer</i>
1.	<i>Haken</i> 	<i>Haken</i> 	<i>Haken</i> 	<i>Haken</i> 
2.	<i>Zwicker</i> 	<i>Kurbeldreher</i> 	<i>Zwinge zum Mafsnahmen</i> 	<i>Einfacher Kugelhalter mit Druckplatte</i> 
3.	<i>Nagelort</i> 	<i>Bürste</i> 	<i>federnder Tupfer</i> 	<i>Ahlenhalter</i> 
4.	<i>Klemme</i> 	<i>Holzgebrauchshand</i> 	<i>Klemme</i> 	<i>Kurbeldreher</i> 
5.	<i>Ahlenhalter</i> 		<i>Messer</i> 	<i>Messer</i> 
6.	<i>Bürste</i> 		<i>Nähhand</i> 	<i>Hammer</i> 
7.	<i>Holzgebrauchshand</i> 		<i>Bügeleisen- hal- ter</i> 	<i>Bürste</i> 
8.			<i>Bürste</i> 	<i>Holzgebrauchshand</i> 
9.			<i>Holzgebrauchshand</i> 	
10.				

Arbeitsansätze. Ausgearbeitet von der Prü

Ansatzstücke.		Blatt 2.	
11.	12.	13.	14.
Maler und Tapezierer	Lackierer	Bäcker	Landwirt
Kellerhand	Haken	Haken	Haken
Linealhalter	Doppelter Kugelhalter mit Druckplatte	Rundschieberhalter	Ring
Spachtelhalter	Spachtelhalter	Flachschieberhalter	Spatenhalter für D-Griffe
Schablonenhalter	Lackiertopf	Absetzbrett	Pflughalter
Messer	Schwammhalterbandage	Korbring	Hammer
Hammer	Klemme	Messer	Kellerhand
Bürste	Bürste	Bürste	Bürste
Holzgebrauchshand	Holzgebrauchshand	Holzgebrauchshand	Holzgebrauchshand

fstelle für Ersatzglieder (Merkblatt 8, 1917).



Landwirtschaft durch die Erfindung der „Kellerklaue“ gelöst, die den Landwirt in den Stand setzt, fast alle seine Einzelarbeiten mit großer Kraft und Ausdauer zu verrichten (Abb. 482 u. 483).

Weitere Universalansätze sind für gewerbliche Arbeiter die Rossetklaue (Abb. 484) und die passive Fischerklaue (Abb. 485), mit denen auch feinere Gegenstände wie Nadeln, Draht usw. festgehalten werden können.

Mit dem Verzicht auf die natürliche Handform, mit dem Ersatz derselben durch

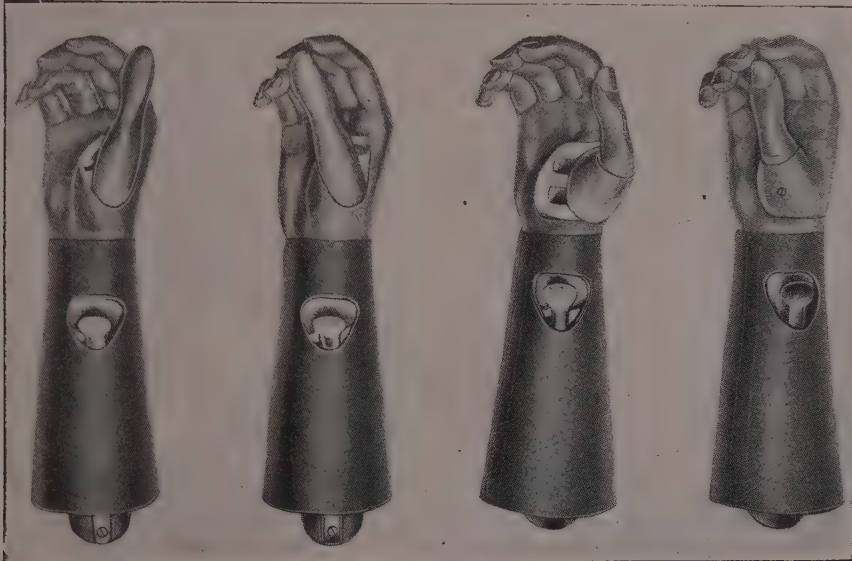


Abb. 480. Kunsthand nach v. BAEYER, mit verschiebbarem Daumen.

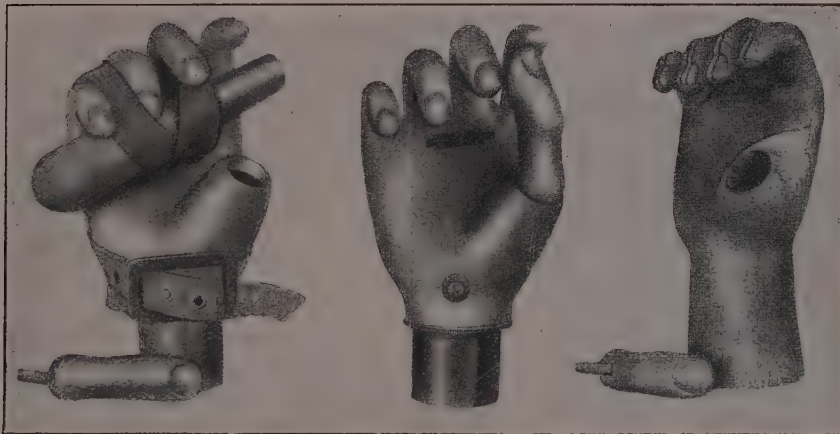


Abb. 481. Aluminiumhand von Berg-Stuttgart mit abnehmbarem Daumen.

„unförmige“ Ansatzstücke war dem Kunstarm das „menschliche“ Aussehen genommen, und es lag kein Grund vor, bei den übrigen Teilen des Kunstarmes noch auf die Ästhetik Rücksicht zu nehmen. Der Konstrukteur des Arbeitsarmes hatte jetzt freie Hand; er konnte aus dem Schönheitsarm ein Werkzeug machen, das lediglich den Zwecken der Arbeit und des Berufes diene. Die Notwendigkeit der Umkonstruktion lag vor; denn an den Arbeitsarm werden ganz andere Anforderungen als an den Schönheitsarm gestellt.

Als erster Grundsatz für den Bau von Arbeitsarmen muß gelten: Zwischen dem kraftspendenden Stumpf und dem zu betätigenden Handwerkzeug muß die geringste Entfernung bestehen, die technisch möglich ist. Je unmittelbarer das



Abb. 482.  
Keller-Klaue für Landwirte.



Abb. 483.  
Keller-Klaue für Landwirte.

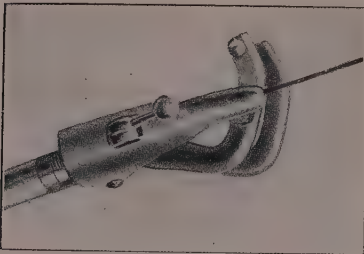


Abb. 484. Rosset-Klaue.



Abb. 485.  
Passive Fischer-Klaue.

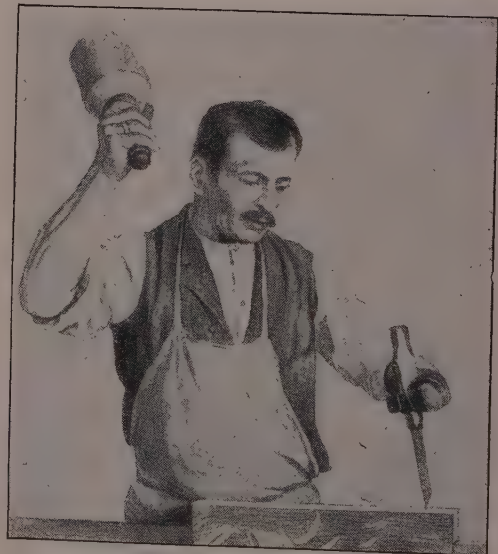


Abb. 486. Spitzys „sensible Prothese“  
für Unterarmamputierte.

Werkzeug am Stumpf angebracht ist, um so wirksamer kann die diesem verbliebene Kraft das Werkzeug betätigen. Von diesem Grundsatz ausgehend und gleichzeitig in der Absicht, das Gefühl des Stumpfes für die Arbeit auszunutzen, hat SPITZY

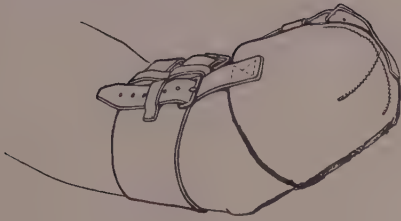


Abb. 487.  
„Sensible Prothese“ für Unterarm-  
amputierte.



Abb. 488. Arbeitsunterarm mit Rotahandgelenk  
und Neumannscher Befestigung.  
(Merkblatt 4 der Prüfstelle für Ersatzglieder).



Abb. 489. Arbeitsunterarm mit modifizierter Keller-Klaue für Schwerarbeiter. Pro- und Supination frei.



Abb. 490.



Abb. 491.

Abb. 490 u. 491. Arbeitsunterarm mit Ellbogenscharnieryelenk und zweigeteilter drehbarer Unterarmhülse, so daß Pro- und Supination aktiv erfolgen kann.



seine „sensiblen“ Prothesen für Armamputierte gebaut (Abb. 486 u. 487). Dieselben bestehen aus Weichlederhülsen, an welchen die Stiele der Werkzeuge befestigt werden.

Das Anwendungsgebiet der sensiblen Prothese wird leider eingeengt durch den Nachteil der unsicheren und umständlichen Befestigung der Ansatzstücke an der Hülse. Allgemein ist man jetzt dazu übergegangen, die den Vorderarm bekleidende Lederhülse des Arbeitsarmes mit seitlichen Schienen zu versehen, die distal vom Stumpfende sich vereinigen und an der Vereinigungsstelle eine Einsteckdüse tragen. Die letztere nimmt mit Hilfe eines Bajonettverschlusses den Ansatzzapfen der Ersatzstücke auf. Ansatzzapfen und Verschluß sind auf eine Anregung der Prüfstelle für Ersatzglieder nach Normalien gebaut, so daß der Träger von Arbeitsarmen jeglichen Systems die Möglichkeit hat, Ansatzstücke in beliebiger Zahl zu benutzen und

Reparaturen sowie Auswechselungen der Ansatzstücke allerorten — unabhängig vom ersten Verfertiger — ausführen zu lassen.

Im allgemeinen ist eine handgelenklose Verbindung zwischen Ansatzstück und künstlichem Unterarm (abgesehen von der Pro- und Supination, s. u.) beim Arbeitsarm kein Nachteil, sondern besonders für schwere landwirtschaftliche Arbeiten ein Vorteil.

Nur für gewisse industrielle Arbeiten verdient das künstliche Handgelenk wegen der besseren Einstellungsmöglichkeiten des Ansatzstückes den Vorzug. Man wählt dann am besten das Rota-Kugelgelenk, das allseitig beweglich und in jeder Stellung feststellbar ist (Abb. 488).

Erwünscht ist in jedem Falle, daß das Ansatzstück des Arbeitsunterarmes im Sinne der Pro- und Supination gedreht und in jeder gewünschten Drehstellung festgehalten werden kann.



Abb. 492. Arbeitsunterarm mit Walcher-Gelenk für Pro- und Supination.

Am günstigsten liegt der Fall, wenn der Unterarmstumpf reichlich lang ist und genügend Pro- und Supination besitzt, um die Drehung des Ansatzstückes mit eigener Kraft vorzunehmen. Dann muß die Anbringung des Arbeitsarmes am natürlichen Arme so erfolgen, daß die natürliche Pro- und Supination nicht stillgelegt wird. Zweckmäßig ist hier die Aufhängung des künstlichen Unterarmes durch Riemenzüge, die schlingenförmig oberhalb der Ellbogenkondylen eingreifen (Abb. 489). Leider wird diese Befestigungsart mitunter als unangenehm, weil einschnürend, empfunden, und man ist gezwungen, im Interesse eines besseren Sitzes des Arbeitsarmes den Oberarm als Träger in der Weise heranzuziehen, daß dieser mit einer eigenen Hülse umfaßt und durch ein Schienenpaar mit den Schienen der Unterarmhülse in der Ellbogengegend gelenkig verbunden wird. Ist dieses künstliche Ellbogengelenk einachsrig, so muß die Unterarmhülse zweigeteilt und die beiden Teile durch ein Drehgelenk (Kugellager) drehbar eingerichtet sein (Abb. 490 u. 491). Es kann aber auch das künstliche Ellbogengelenk nicht einachsrig, vielmehr derart beweglich gebaut

sein, daß es außer Beugung und Streckung Pro- und Supination erlaubt. In einfacher, wenn auch unvollkommener Weise ist das beim Haken- und Ösengelenk der Fall, das auch schweren Beanspruchungen standhält.

In komplizierter, daher auch weniger widerstandsfähiger Weise wird das natürliche Ellbogengelenk vom Walcher-Gelenk nachgeahmt (Abb. 492). Ist der Vorderarmstumpf kurz und besitzt er keine aktive Pro- und Supinationsbewegung, so muß dieselbe in den Arbeitsunterarm passiv hereingearbeitet werden, derart, daß das Ansatzstück im Sinne der Pro- und Supination freilaufend sich drehen und ebenso in eine gewünschte Pro- oder Supinationsstellung eingestellt werden kann. Diesen Anforderungen entspricht der Tannenberg-Unterarm (SCHLESINGER), der von der Staatsfabrik für künstliche Glieder hergestellt wird (Abb. 493).



Abb. 493. Tannenberg-Unterarm mit passiver Pro- und Supination (Kurzstumpfprothese Radike).

Die Aufhängungsart der Arbeitsarme für kurze Unterarmstümpfe unterscheidet sich nicht wesentlich von der für lange Stümpfe. Der Versuch, mit einer einfachen Riemenumschnürung oberhalb der Kondylen auszukommen, kann immer gemacht werden, evtl. wird eine Doppelriemenaufhängung nach NEUMANN angewandt (Abb. 488) oder das Olekranon in die Unterarmhülsen mit eingewalkt (Abb. 489). Mißlingt der Versuch, so kann eine Manschette um den Oberarm gelegt werden, die durch eine U-förmige Schiene verstärkt wird, die ihrerseits gelenkig mit der Unterarmhülse verbunden ist (Abb. 490 u. 491). Schließlich ist man evtl. auf eine Oberarmhülse, Seitenschien und künstliches Ellbogengelenk, unter Umständen sogar mit Schulterträgern angewiesen. Art und Festigkeit der Aufhängung hängt von der Art der Arbeit ab, die der Amputierte auszuführen gedenkt.

Hat der Verletzte durch die Amputation sein Ellbogengelenk verloren, so ist die Leistungsfähigkeit des Armrestes gegenüber dem Unterarmamputierten mindestens um die Hälfte gesunken. Der Konstrukteur steht vor einer schwierigen Aufgabe. Er kann dem Amputierten, wie es SPITZY mit seiner sensiblen Prothese tut, das Arbeitsgerät unmittelbar an den Stumpf anheften (Abb. 494). Das würde allerdings bedeuten, daß der Stiel des Gerätes in seiner Länge eigens dafür hergerichtet wird. Für landwirtschaftliche Verrichtungen ist das vielleicht möglich,



Abb. 494. Spitzys „sensible Prothese“ für Oberarmamputierte.

wenn auch hier schon z. B. das Pflügen, das Karren, das Tragen usw. verlangen, daß der Kunstarm annähernd gleich lang wie der natürliche ist. Bei gewerblichen Verrichtungen dagegen ist der Oberarmamputierte fast immer auf einen im Ellbogengelenk abbiegbaren Arbeitsarm angewiesen. Beugung und Streckung, Pro- und Supination, müssen wie beim natürlichen Ellbogen, auch beim künstlichen vorhanden sein, und darüber hinaus muß der Arbeitsarm des Oberarmamputierten noch eine

Ein- und Auswärtsrotation des künstlichen Oberarmes um die Längsachse gestatten die sog. „Sichelbewegung“, die der Oberarmstumpf mitunter zwar besitzt, kaum aber auf die Prothese zu übermitteln in der Lage ist. Alle diese Bewegungen müssen

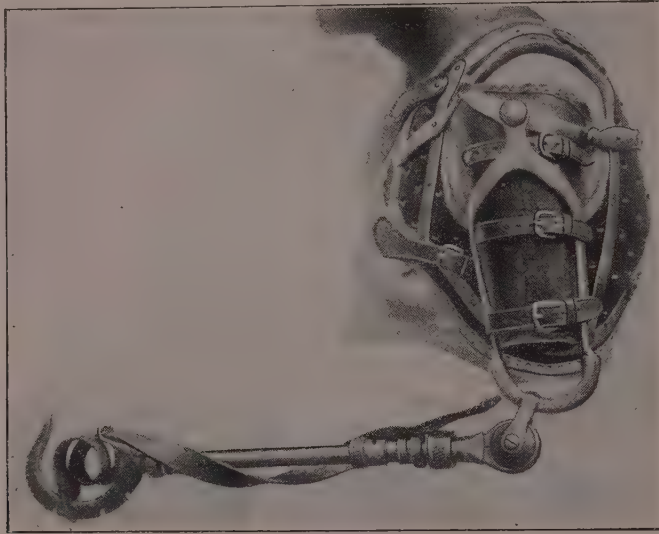


Abb. 495.

Arbeitsarm für Schwerarbeiter (BÖHM). Oberarmamputation.

passiv freilaufend in den physiologischen Grenzen ausgeführt werden können, und in jeder gewünschten Stellung sie festzuhalten und festzustellen, dazu muß die Möglichkeit vorhanden sein.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, hat man das künstliche Ellbogengelenk des Arbeitsarmes für Oberarmamputierte als Reibungs- oder Kugelgelenk kon-

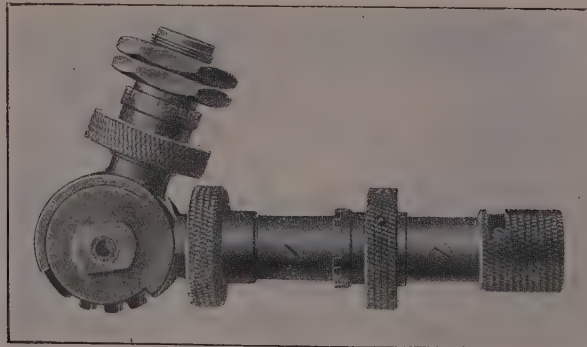


Abb. 496.

Tannenberg-Arm (SCHLESINGER) für Oberarmamputierte.

struiert. Ein derartiges Gelenk weisen z. B. der „Rota“- und der „Jagenberg“-Arm auf, die allerdings den Nachteil des großen Gewichts besitzen. Auch ferner der leichtere Wiener Gerber-Arm, ebenso der Arbeitsarm nach BÖHM u. a. (Abb. 495). Die Kugelgelenke haben den großen Vorteil der leichten und schnellen Einstellbarkeit in jede gewünschte Stellung, dagegen die Nachteile der Nachgiebigkeit bei starken Belastungen und des schnellen Verschleißes.



Aus diesem Grunde wurden die Arme mit Rastengelenken gebaut, bei denen Zähne und Zahnmuffen die passiv hervorgebrachte Stellung sichern. Als Beispiel diene der „Tannenberg-Arm“ (SCHLESINGER, Abb. 496). Das Rastengelenk benutzen bei ihren Arbeitsarmen auch BIESALSKI, COLOMAN RATH, B. LANGE, NIENY, LÜER, WINDLER u. a.

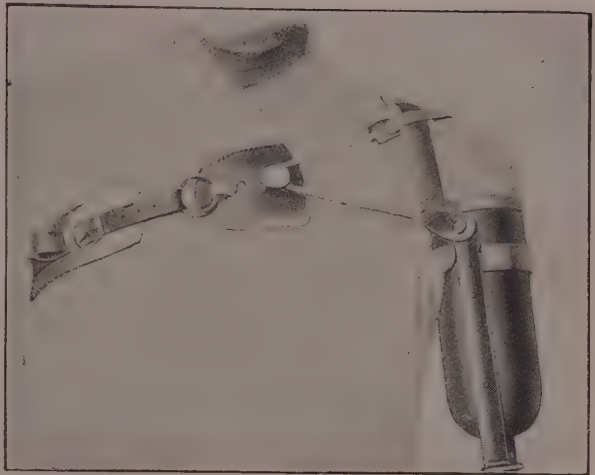


Abb. 497. Oberarmbandage (RADIKE) für Arbeitsarme.

Den Arbeitsarm für Oberarmamputierte derart am Körper anzubringen, daß die Aufhängung den Verletzten nicht belästigt, die Schulterbewegungen nicht beeinträchtigt und doch die mitunter sehr starken Zugbeanspruchungen in vollem Maße aufnimmt und aushält, ist technisch sehr schwierig. Es gelingt das durch gut über die Schulter gelagerte Riemenzüge, z. B. mit der Radikeschen Oberarmbandage (Abb. 497).

Für Schwer-, namentlich Landarbeiter, ist indessen, besonders wenn es sich um kürzere Stümpfe handelt, ein Kunt nötig, das mit der Oberarmhülse durch anatomisch richtig gelagerte Gelenke verbunden ist. Das Kunt und das solide künstliche Schultergelenk ermöglichen eine vollendete Druck- und Zugübertragung vom Arbeitsarm auf den Schultergürtel, der dann in seiner ganzen Kraft und Beweglichkeit zur Mitarbeit herangezogen wird (BÖHM, Abb. 495).

Die Mitarbeit des Schultergürtels benutzt gleichfalls in hohem Maße der „Siemens-Schuckert-Arbeitsarm“, der den Gedanken der Umwandlung des „Kunstarmes“ in ein Werkzeug restlos verwirklicht (Abb. 498). (Siehe Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 37, Nr. 13.)

Auch für Schulterexartikulierte gibt es Arbeitsarme, die aus den beschriebenen Armstücken mit Ellbogengelenk bestehen und mit Hilfe eines künstlichen Gelenkes an einem Schulterkunt angebracht sind.

Ebenso wie ein Arbeitsansatz kann auch eine Schmuckhand an den Arbeitsarm angeschlossen werden. Wird dieser dann noch durch eine Lederhülse umkleidet, so erhält er wieder „menschliches“ Aussehen und kann derart vorübergehend in einen Schmuckarm verwandelt werden.

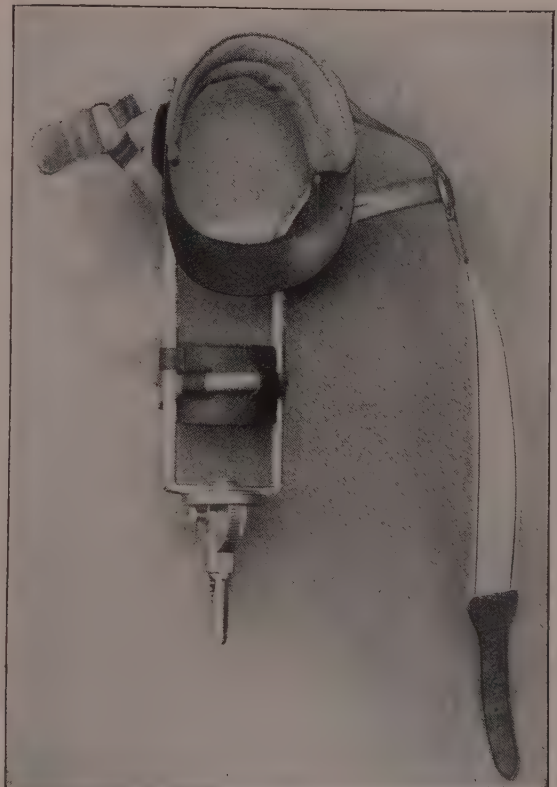


Abb. 498. Siemens-Schuckert-Arbeitsarm für Oberarmamputierte.

Andere Modelle von auswechselbaren Schmuck- und Arbeitsarmen nehmen — wenn es sich um Arbeitsoberarme handelt — die Auswechslung am Ellbogengelenk vor, so daß bald ein künstlicher Arbeits-, bald ein Schönheitsunterarm gelenkig angesetzt werden kann (SCHLEE, ZÜLZER).

Auch fehlt es nicht an Bestrebungen, Arbeitsansätze durch Anschluß an Kraftquellen willkürlich beweglich zu gestalten (SAUERBRUCH s. a. a. O.).

Schließlich gibt es eine Konstruktion, die Arbeits-, Schmuck- und willkürlich beweglichen Kunstarm in sich vereint (Germania-Arm, Abb. 499 u. 500).

Die Arbeitsarme spielten zu Beginn des Krieges die Hauptrolle. Man erwartete von ihnen, daß sie die Armamputierten zu beruflichen Arbeiten befähigen würden, und ging mit großem Enthusiasmus an ihre Vervollkommnung heran. Man spannte



Abb. 499. Schmuckarm.

Abb. 500. Arbeitsarm.

Abb. 499 u. 500. Germania-Arbeits- und Schmuckarm für Oberarmamputierte.

die Erwartungen zu hoch und die Reaktion blieb nicht aus. Heute kann man etwa folgendes Urteil über den Wert der Arbeitsarme fällen:

Am meisten leistet der Arbeitsarm in der Landwirtschaft. Nicht nur Unter-, sondern auch Oberarmamputierte werden durch einen guten Arbeitsarm befähigt, fast alle ihre landwirtschaftlichen Verrichtungen sachgemäß und ausdauernd auszuüben. Den Beweis hierfür liefern viele Hunderte von armamputierten Landwirten, die ihrem Beruf treu geblieben sind. Allerdings handelt es sich zumeist um selbstständige Landwirte, während die angestellten Landarbeiter, Knechte u. dgl. zum großen Teile der Landwirtschaft den Rücken kehrten und in beamtete Stellen oder in leichtere Berufe (Portier, Lagerverwalter usw.) abwanderten.

Das Arbeiten in der Landwirtschaft wird dadurch erleichtert, daß es sich zumeist um Stielarbeiten handelt, die zweihändig verrichtet werden und bei denen der gesunde Arm die Haupt-, der amputierte Arm die Nebenarbeit leisten kann. Anders im Handwerk und in der Industrie. Hier müssen zumeist beide Hände gleichwertig

tätig sein, nur selten handelt es sich um gleichmäßige, einfache mechanische Verrichtungen. Im letzteren Falle kann der Armamputierte sich noch betätigen (stanzen, pressen u. dgl.). Im ersteren Falle wird es ihm zwar möglich sein, die Einzelverrichtungen auszuführen, doch bedingt die Art seiner Arbeit schon durch das Auswechseln der Arbeitsansätze, durch die Anbringung der Werkzeuge u. dgl. so viel Zeitverlust, daß sie unwirtschaftlich wird, ganz abgesehen davon, daß die Qualität der Arbeit vielfach darunter leidet. Hier und da sieht man daher in großen Betrieben, wo die Zuteilung von mechanischen Arbeiten möglich ist, einzelne Armamputierte noch bei der Arbeit, doch sind das Ausnahmen, im allgemeinen haben Handwerker und Industriearbeiter nach dem Verlust des Armes den Beruf gewechselt.

So ist das Anwendungsgebiet für den Arbeitsarm ziemlich eingeschränkt.

Aber auch der reine „passive“ Schmuckarm findet wenig Verwendung, weil der Amputierte eine gewisse Funktion des Armes fordert, die sich besonders auf die Verrichtungen des täglichen Lebens, z. B. Tragen einer Tasche, Halten des Telefons u. dgl. erstreckt. Das leistet dem Amputierten der willkürlich bewegte Schmuck- oder Gebrauchsarm, dem wohl die Zukunft gehört.

Ob zur willkürlichen Betätigung dieses Gebrauchsarmes der Schultergürtel bzw. der Stumpf unblutig herangezogen wird oder ob die Stumpfmuskulatur hierzu blutig erschlossen wird (nach SAUERBRUCH), zur Entscheidung dieser Frage sind etwa folgende Gesichtspunkte heranzuziehen: Wer nur halten und tragen will oder kann (Exartikulierte, Oberarmamputierte), für den genügt der übliche unblutig angeschlossene Gebrauchsarm. Wer aber darüber hinaus auch greifen will und kann (Unterarmamputierte), dem ist eine SAUERBRUCH-Operation anzuraten. Das gilt in erhöhtem Maße für den, der greifen kann und muß (Doppeltamputierte).

## 2. Willkürlich bewegbare Ersatzglieder (kinematische Prothesen).

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. FERDINAND SAUERBRUCH.

Vorstand der chirurgischen Universitätsklinik in München.

Im Kriege Oberstabsarzt und Beratender Chirurg des XV. Armeekorps.

Mit 26 Abbildungen\*) im Text.

Die Bestrebungen, den Amputierten willkürlich bewegbare Ersatzglieder zu verschaffen, reichen weit in das Mittelalter zurück. Berühmt ist die Hand des Götz von Berlichingen (Abb. 501 u. 502). Ihr Mechanismus ist einfach. Die Finger können in jede beliebige Beugestellung gedrängt und darin gehalten werden. Nach Druck auf einen an der Ulnarseite des Unterarmes hervorstehenden Knopf springen der 2. bis 5. Finger gleichzeitig in die Streckstellung zurück. Die Streckung des Daumens vermittelt ein besonderer Hebel an der Radialseite. Auch im Handgelenke kann die künstliche Hand durch Aufstützen oder durch die gesunde in beliebiger Weise gebeugt und gestreckt werden.

In der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts ließ AMBROISE PARÉ durch einen Pariser Schlosser, der unter dem Namen „der kleine Lothringer“ bekannt war, eine Hand für einen Amputierten herstellen. Sie wurde nach Art eines Ritterhandschuhes aus starkem Eisenblech gefertigt. Das Handgelenk war versteift, die Finger konnten nur gleichzeitig bewegt werden. Eine Druckfeder, die vom Handteller bis zur

Die Abb. 501, 502, 510, 511 wurden entnommen aus SAUERBRUCH, Die willkürlich bewegbare künstliche Hand, 1916; Abb. 503—509, 512, 513, 518—523 aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1918; Abb. 524—526 aus Münchner Med. Wochenschrift, 1918.



Fingerspitze reichte, besorgte die Streckung, eine Zugfeder die Beugung. Der Mechanismus trat in Tätigkeit, sobald durch Druck die Wirkung der Strecker überwunden war, und umgekehrt.

Besondere Erwähnung verdienen aus der späteren Zeit die künstlichen Arme von GAVIN WILSON (Edinburg). Die Gelenke der Hand und der Finger waren passiv beweg-

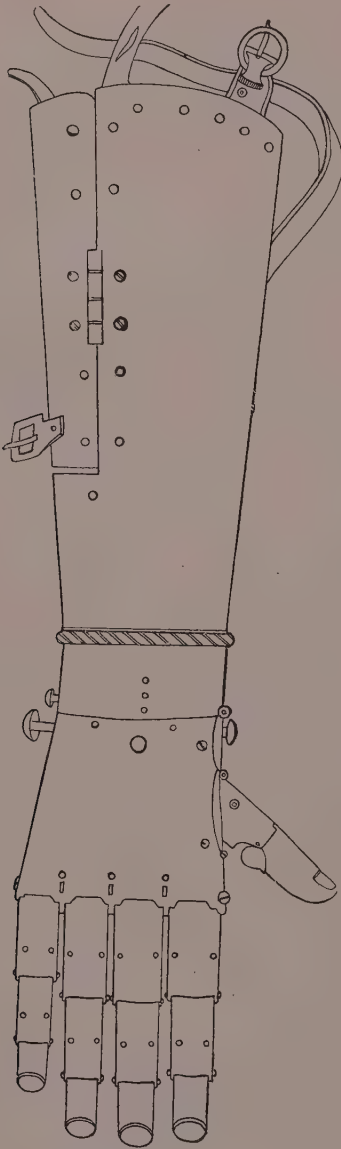


Abb. 501.

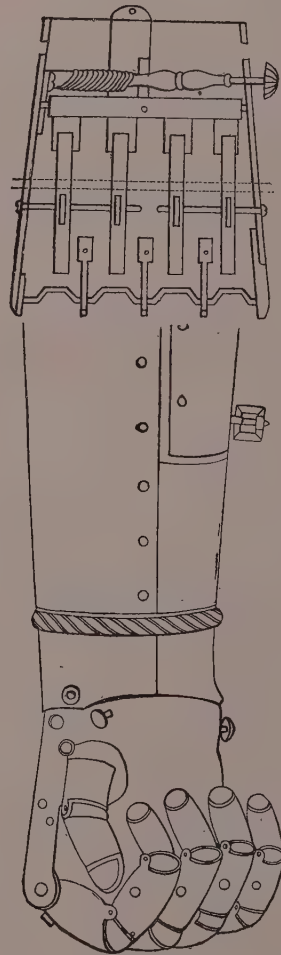


Abb. 502.

Abb. 501 u. 502. Eiserne Hand des Götz von Berlichingen, XVI. Jahrhundert, nach dem Atlas zu den Studien über künstliche Glieder von O. Karpinski, Berlin 1881.

lich und blieben in jeder beliebigen Lage stehen. An der Greiffläche dieser künstlichen Hand konnten durch Schrauben oder Federn Gebrauchsgegenstände, wie Messer, Gabel, angebracht werden. Der Versuch, der künstlichen Hand eine der normalen ähnliche Bewegung zu verschaffen, wurde zum ersten Male von HEINRICH KLINGERT in Breslau 1796 ausgeführt.

Alle bisher erwähnten künstlichen Glieder sind einfach. Sie ersetzen die Form und Gestalt des fehlenden Armes und sind höchstens zu passivem Halten und Tragen fähig. Die hauptsächliche Leistung der lebenden Hand, das aktive Greifen und Fassen mit allen dazu notwendigen Bewegungen, wird nicht einmal in bescheidenem Maße nachgeahmt. Darum bedeutet die Herstellung der ersten aktiv bewegbaren Hand einen großen Fortschritt. Wir verdanken ihn dem chirurgischen Techniker und Zahnarzt BALLIF (1835) in Berlin. Der Grundgedanke seiner neuen Konstruktion ist die mechanische Ausnutzung der Schulter- und Rumpfbewegungen. Durch sie sollen die Finger der künstlichen Hand und bei Oberarmamputierten der künstliche Unterarm betätigt werden. Riemen und Saiten, die von den beweglichen Fingern und dem Unterarm über die Schulter zu einem Brustgurt liefen, waren die Kraftübertrager. So konnte durch Vor- und Rückwärtsbewegung der Schulter oder durch Rumpfnäigung der Ellenbogen gebeugt werden. Die Finger der Hände wurden dabei durch eine starke Feder in Beugestellung gehalten. Vorwärts- und Seitwärtsheben des Rumpfes streckte die Finger, die nachher von selbst in die alte Lage zurückschnellten.

Dieser grundlegende Gedanke BALLIFs, die Bewegung der Schulter und des Rumpfes für den Antrieb einer künstlichen Hand auszunutzen, wurde in der Folge auf verschiedenartigste Weise verwertet. So entstanden die künstlichen Arme von EICHLER, PETERSEN, COLLIN u. a.

Ein von dem Grafen BEAUFORT (1867) konstruiertes Muster, die sogenannte „Prothèse du pauvre“, erwarb durch ihren niedrigen Preis (25 Fr.) allgemeinere Verbreitung. Mit sehr einfachen und zweckmäßigen Mitteln wird bei ihr der BALLIFsche Grundsatz durchgeführt. Die Invaliden waren in der Lage, mit dieser künstlichen Hand leichtere Gegenstände zu fassen und zu halten; für längere und schwerere Arbeit war sie dagegen nicht geeignet.

Einen weiteren grundlegenden Fortschritt in der Herstellung willkürlich bewegbarer Hände verdanken wir CHARRIÈRE und DALISCH. Beide Techniker benutzten die Beuge- und Streckbewegung eines Unterarmstumpfes für die Beugung und Streckung der Finger. Daraus ergibt sich, daß die beiden Bewegungen immer gleichzeitig und abhängig voneinander erfolgen mußten. Noch zweckmäßiger war eine andere von den genannten Technikern angegebene Konstruktion. Nicht mehr die Beugung und Streckung im Ellbogengelenk, sondern die Pro- und Supinationsbewegungen eines Unterarmstumpfes dienten als Kraftantrieb für die Beugung und Streckung der Finger.

Der Apparat besteht aus einer Oberarmhülse und einem Unterarmteil, die durch seitliche Scharniere miteinander verbunden sind. Die Oberarmhülse ist genau dem Oberarm angepaßt, während der Vorderarm nur locker von der Hülse umschlossen wird. So können Drehbewegungen des Unterarmstumpfes in der Hülse unbehindert ausgeführt werden. Die Unterarmhülse trägt in einem Metallring drehbar die künstliche Hand. Das Ende des Unterarmstumpfes wird mit einer enganliegenden Lederkappe versehen, die alle Drehbewegungen des Stumpfes ohne weiteres mitmachen kann. Von der Kuppe dieser Lederkappe geht eine Schraube oder ein Hebel auf fünf mit Gelenken versehene Stäbe, die zu den einzelnen Fingern laufen. Mit Hilfe dieser Hebelübertragung gelingt es, die Drehbewegung des Stumpfes bei der Pro- und Supination in eine Zug- oder Stoßbewegung der Hebel, die zu den Fingern laufen, umzuwandeln. Die im Sinne der Supination erfolgte Bewegung löst darum eine Beugung, die Pronation dagegen eine Streckung der Finger aus.

SCHEDE, der diese Hand bei dem Erfinder selbst in Tätigkeit gesehen hat, schreibt: „Die Schnelligkeit, Kraft und Sicherheit, mit welcher die Finger dieser künstlichen Hand sich beugen und strecken und von der ich mich bei dem Apparat, den der Erfinder selbst trägt, wiederholt zu überzeugen Gelegenheit hatte, ist in der Tat in höchstem Grade überraschend und bewundernswert. Herr DALISCH ist durch seine Prothese völlig in den Stand gesetzt, als Mechaniker weiterzuarbeiten.“

Der DALISCHsche Vorschlag bedeutet ganz allgemein gegenüber den früheren Methoden einen Fortschritt. Zum ersten Male wird hier die noch vorhandene Kraft

des Stumpfes selbst zur Arbeit herangezogen. Die Tätigkeit der Hand wird dadurch unabhängig von den Schulterbewegungen, und ein freierer Gebrauch ist möglich. Freilich werden nicht alle Kräfte des Stumpfes ausgenützt. So bleibt die Beuge- und Streckmuskulatur der Finger nach wie vor ausgeschaltet und verfällt der Atrophie.

Eine wichtige Voraussetzung für die praktische Durchführung der DALISCHSchen Bestrebungen ist gute Beschaffenheit des Stumpfes. Sein Ende muß kolbig, gut gepolstert, unempfindlich und vor allem drehbar sein.

Der naheliegende Gedanke, auch die dem Amputationsstumpf in seinen Muskeln noch gebliebenen Kräfte vollwertig auszunützen, wurde erst viel später erwogen. Zunächst entstanden nur durch geschickte Verbindung vorhandener älterer Verfahren Verbesserungen.

Die Unzulänglichkeit aller bisher benutzten Modelle und Methoden führte zu einer grundsätzlichen Ablehnung willkürlich bewegbarer Prothesen. Die weitere Entwicklung der Ersatzglieder erfolgte vielmehr nach einer ganz anderen Richtung.

Unter Verzicht auf Form und Tätigkeit der lebenden Hand gab man dem Invaliden einfache Arbeitshaken und Arbeitszangen, die lediglich zu passiver Betätigung befähigt waren. Diese sogenannten Arbeitsprothesen konnten weder den Arzt noch den Amputierten auf die Dauer befriedigen, und es setzten bald Bestrebungen ein, den Amputierten willkürlich bewegbare Ersatzglieder zu verschaffen.

Schon ein Zeitgenosse LARREYS hatte daran gedacht, die Muskeln eines Amputationsstumpfes mit einer künstlichen Hand in Verbindung zu bringen. Auf diese Weise sollte durch Übertragung der physiologischen Kraft des Muskels auf die Prothese die natürliche Leistung nachgeahmt werden. Aber erst im Jahre 1899 wurde diese allgemein gefaßte Ansicht in eine brauchbare Formel gebracht. Der Italiener VANGHETTI kam auf Grund theoretischer und experimenteller Studien zu einer eindeutigen Verwendung der einem Amputationsstumpf gebliebenen Muskeln zu physiologischer Arbeit. In seiner im Jahre 1906 erschienenen Monographie „*Plastica e prothesi cinematiche*“ gibt er verschiedene Verfahren zur praktischen Ausführung seines Vorschlages an. Er formt das Ende der Sehnen eines Amputationsstumpfes zu Schlingen oder Keulen um und bedeckt sie allseitig mit Haut, um sie dann mit der künstlichen Hand mechanisch zu verbinden. Die normalen Muskelkräfte werden dadurch befähigt, ihre Arbeit auf diese zu übertragen.

Die an sich aussichtsvollen Überlegungen haben trotz mehrfacher Versuche (CECI, PAYR u. a.) eine praktische Bedeutung lange Zeit nicht erlangen können. Alle nach VANGHETTIS Vorschlag ausgeführten Operationen hatten nur bescheidenen Erfolg und verhalfen der Methode nicht zur Anerkennung. Das geht einwandfrei aus einer 1916 erschienenen zusammenfassenden Arbeit VANGHETTIS hervor, in der er über sämtliche (19) Fälle berichtet, bei denen von verschiedenen Operateuren die plastische Umgestaltung des Amputationsstumpfes in seinem Sinne versucht wurde. Das Gesamtergebnis dieser Zusammenstellung ist sehr gering. Mehrere Amputierte wurden überhaupt erfolglos operiert. Bei anderen war das chirurgische Vorgehen umständlich. Den meisten standen nach der Heilung Kraftquellen zur Verfügung, die für die Betätigung einer künstlichen Hand ernsthaft nicht in Frage kamen. Dazu waren die notwendigen technischen Voraussetzungen für den Bau geeigneter Prothesen mangelhaft.

So schien die praktische Gestaltung VANGHETTIS genialen Gedankens an der chirurgischen Methodik und äußeren Schwierigkeiten zu scheitern.

Da kam der Krieg mit seinen großen Notwendigkeiten und neuen Forderungen. Er gab den Anstoß zu einem Fortschritt.

Angeregt durch eine Unterhaltung mit Herrn Prof. STODOLA in Zürich, der ähnlich wie VANGHETTI die Ausnutzung der dem Amputationsstumpf gebliebenen Muskelkräfte erwog, befaßte auch ich mich mit der Frage der willkürlich bewegbaren



künstlichen Hand. Auf Grund aussichtsreicher Vorversuche in den chirurgischen Kliniken Zürich und Greifswald, in welcher letzterer ich vertretungsweise tätig war, gaben mir die leitenden Heeressanitätsbehörden großzügig die Möglichkeit, das Verfahren in einem besonderen Amputiertenlazarett auszuarbeiten und brauchbar zu gestalten. Mit dem Chefarzt des Reservelazaretts Singen, Medizinalrat Dr. A. STADLER, begann nunmehr ein erfolgreiches Arbeiten. Gründlegende Änderung des chirurgischen Vorgehens und eingehende Bearbeitung der technischen Seite der Aufgabe führten im Laufe der Jahre zu guten Ergebnissen. Über sie soll im folgenden kurz berichtet werden.

\*       \*       \*

Das Problem der willkürlich bewegbaren Hand setzt sich aus einem chirurgischen und einem technischen Teil zusammen. Die chirurgische Aufgabe bezweckt die Herstellung leistungsfähiger lebender Kraftquellen aus den Muskeln, die für eine leichte mechanische Verbindung mit der künstlichen Hand eingerichtet sein müssen.

Die technische Forderung erstreckt sich auf eine zweckmäßig gebaute Maschine, die in Verbindung mit den Kraftquellen die normalen Bewegungen und Leistungen der lebenden Hand möglichst erfolgreich nachahmt. Hierher gehört auch die Beschaffung zweckmäßig gebauter Ersatzglieder für den Unter- und den Oberarm.

Beide Aufgaben, die des Chirurgen und des Technikers, können nicht unabhängig voneinander gelöst werden. Sie hängen zusammen. Der Chirurg muß die technischen Einzelheiten kennen und der Techniker bei der Konstruktion der Maschine die chirurgischen Möglichkeiten berücksichtigen.

Die chirurgische Arbeit wechselt je nach den verschiedenen Formen und Längen der Amputationsstümpfe außerordentlich. Die Beurteilung eines Amputationsstumpfes ergibt sich aus anatomischen und physiologischen Gesichtspunkten, die in den einschlägigen Arbeiten nachgelesen werden müssen\*).

Hier kann nur in großen Umrissen das Wesentliche der chirurgischen Aufgabe geschildert werden. Um eine genügende Arbeitsleistung lebender Kraftquellen zu ermöglichen, muß die Stumpfmuskulatur große Kraft mit großer Hubhöhe verbinden. Arbeit ist das Produkt von Kraft und Weg. Eine Höchstleistung tritt dann ein, wenn bei beträchtlicher Kraft eine große Verkürzung der Stumpfmuskulatur sich erzielen läßt. Im Einzelfalle ist zu entscheiden, wie man sich am besten diesem Gipfel der Stumpfmuskulatur nähern kann.

Die chirurgische Umgestaltung der Stümpfe sucht darum eine möglichst freie Beweglichkeit und bedeutende Hubhöhe des Muskels zu erreichen. Daneben soll eine leichte mechanische Verbindung mit der künstlichen Hand bestehen.

Besitzt die Stumpfmuskulatur von vornherein noch ihre natürliche Beweglichkeit und Verschieblichkeit, so ist die chirurgische Aufgabe leicht. Es genügt, die Muskeln für eine zweckmäßige Verbindung mit dem Ersatzglied einzurichten. Diese günstigen Verhältnisse findet man kurze Zeit nach Absetzung des Gliedes, am Oberarm fast immer, am Unterarm sehr häufig. Hat die Muskulatur eines Stumpfes durch lange Untätigkeit Kraft und ausreichende Verkürzung eingebüßt, so geht dem chirurgischen Eingriff eine Vorbehandlung des Stumpfes voraus. Aktive und passive Übungen beseitigen die Atrophie des Gewebes, das an Masse und Kraft allmählich zunimmt. Es ist für die Bewertung des Verfahrens wichtig, zu wissen, daß selbst noch nach Jahren die Muskulatur von Amputationsstümpfen durch sachgemäße Einschulung für den neuen Zweck erfolgreich beeinflußt werden kann.

---

\*) SAUERBRUCH, Die willkürlich bewegbare künstliche Hand. 1916 u. 1922. Verlag von Jul. Springer, Berlin.

Hat die Muskulatur ihre Beweglichkeit durch Narben und Verwachsungen mit dem Knochen eingebüßt, oder kann sie sich infolge anatomischer Kürze nicht mehr ausgiebig betätigen, so wird ihre operative Umformung notwendig. Beuger und Strecker werden auf einige Zentimeter vom Knochen gelöst und allseitig plastisch mit Haut umkleidet. So entstehen die „Kraftwülste“ (Abb. 503 u. 504).

Für die Verbindung der Muskeln mit dem bewegbaren Ersatzglied hatte VAN-GHETTI verschiedene Vorschläge gemacht. Es wurden Schlingen und Keulen aus den Sehnen gebildet, oder man durchbohrte die Muskulatur und ließ den Kanal von den Enden her allmählich epithelisieren. Diese Methoden waren unsicher und unzuverlässig. An ihnen scheiterten die chirurgische Technik und damit meist der ganze Erfolg.

Eine leichte und einfache Herrichtung des Muskels für die Verbindung mit der Maschine der Hand läßt sich mit Hilfe eines Verfahrens erreichen, das wir in Singen ausgearbeitet und erprobt haben.

Über dem Ende des Muskels schneidet man aus der Haut einen seitlich gestielten, meist senkrecht zur Achse des Knochens verlaufenden Lappen von etwa 4 cm Breite.



Abb. 503.  
Kraftwülste eines Oberarmstumpfes.

In derselben Richtung wird die unter ihm liegende Muskulatur oder der Kraftwulst stumpf durchbohrt. Der Hautlappen wird dann eingerollt und so zu einem Schlauch umgewandelt (Abb. 505). Mit Hilfe eines Seidenfadens wird das Ende des Hautschlauches durch den Muskelkanal hindurchgezogen und dort zur Einheilung gebracht (Abb. 506 u. 507). Der Hautdefekt wird durch Naht geschlossen oder durch Transplantation gedeckt (Abb. 508). Durch diese Operation wird der Muskelwulst mit einem breiten Kanal durchsetzt. Seine Ausheilung mit gut ernährter, gepolsterter Haut ermöglicht später eine starke Belastung ohne ungünstige Nebenwirkung. Ein durch den Kanal geführter Elfenbeinstift muß alle Bewegungen der Muskulatur mitmachen. Bei ihrer Verkürzung rückt er herauf, bei ihrer Entspannung steigt er herunter (Abb. 509). Diese Methode hat

die chirurgische Aufgabe erheblich vereinfacht. In denjenigen Fällen, bei denen die Bildung eines Kraftwulstes nicht nötig ist, kann sie in einer Sitzung erledigt werden. In der letzten Zeit konnten wir die Voroperationen immer mehr einschränken. Bei Oberarmstümpfen sind sie geradezu selten geworden. Diese wichtige Tatsache hat zur Verallgemeinerung des Verfahrens beigetragen.

Schon oben wurde betont, wie wichtig eine zweckmäßige Vorbereitung des Amputierten vor Ausführung der Operation sei. Schulung der Muskulatur zu gesonderter Tätigkeit und zu gemeinsamer Arbeit mit den Antagonisten, freie Beweglichkeit in den Gelenken sind unerläßliche Vorbedingungen für den späteren Erfolg. Auch bedarf der operative Eingriff, der an sich leicht ist, sorgfältiger Überlegung und genauer anatomischer Vorausbestimmung. Der Lappen darf nicht zu schmal sein, seine Basis muß richtig liegen, er darf keinem Druck ausgesetzt sein. Unter diesen Voraussetzungen gelingt die Operation, und langdauernde Störungen der Wundheilung werden vermieden.

Seit langem ist für uns die plastische Umwandlung eines Amputationsstumpfes für eine willkürlich bewegliche Hand in Erfolg zuverlässig. Nach 3–4 Wochen sind die Amputierten bereits in der Lage, mit der Muskulatur ihres Stumpfes zu arbeiten. Jetzt wird der Kanal mit einem Elfenbeinstift versehen (Abb. 510 u. 511). Gute Kanäle sind dauerhaft und verursachen in der Folge niemals Störungen oder Beschwerden.

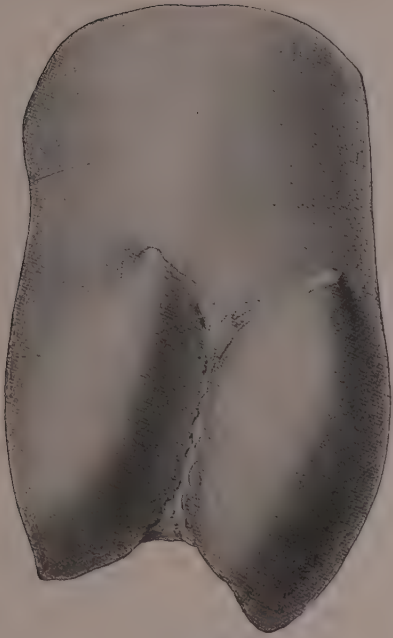


Abb. 504.  
Kraftwülste eines Unterarmstumpfes.

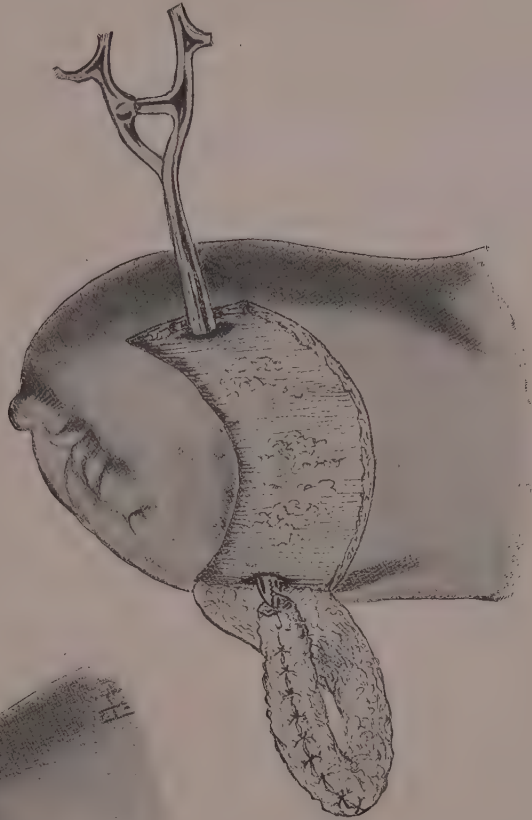


Abb. 506. Durchziehen des  
Hautschlauches durch den  
Muskelkanal.



Abb. 505.  
Bildung des Hautschlauches.

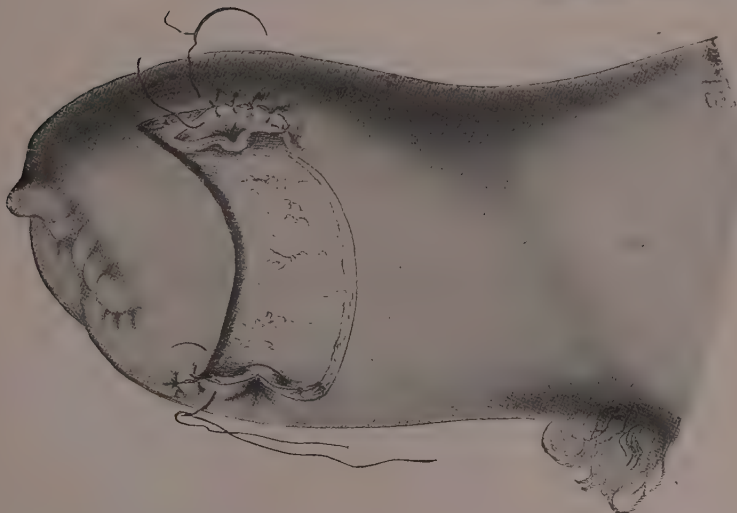


Abb. 507.  
Einnähen des Hautschlauches.



Hautentzündungen, Druckgeschwüre treten bestimmt nicht auf. Nur bei sehr stürmischer Einschulung können sich in der ersten Zeit Blasen bilden, ähnlich wie sie auch die Handinnenfläche bei starken ungewohnten Anstrengungen zeigt (Rudern). Sie sind aber für die Brauchbarkeit der Kanäle bedeutungslos.

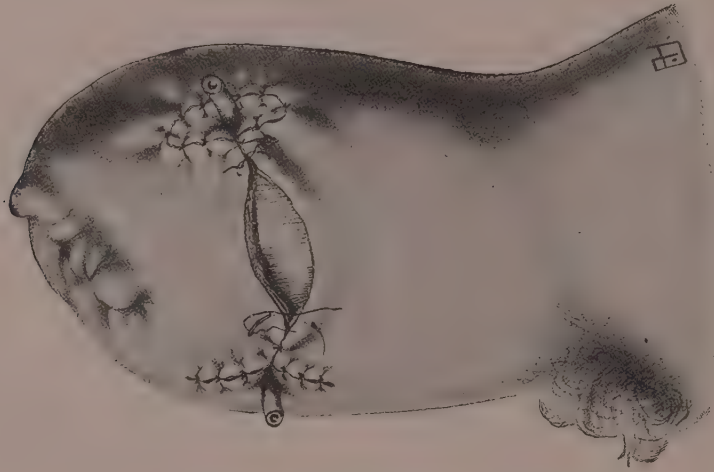


Abb. 508. Schließung des Hautdefektes.

In wenigen Fälle beobachtet man in der Umgebung des Kanals Neurome, die entfernt werden müssen.

Für die willkürlich bewegbare künstliche Hand kommen alle Stumpfformen in Frage. Selbst bei ganz kurzen, an sich ungünstigen Stümpfen, ja bei Exartikulation in der Schulter ist das Ersatzglied immer noch zweckmäßiger als irgendein anderes.

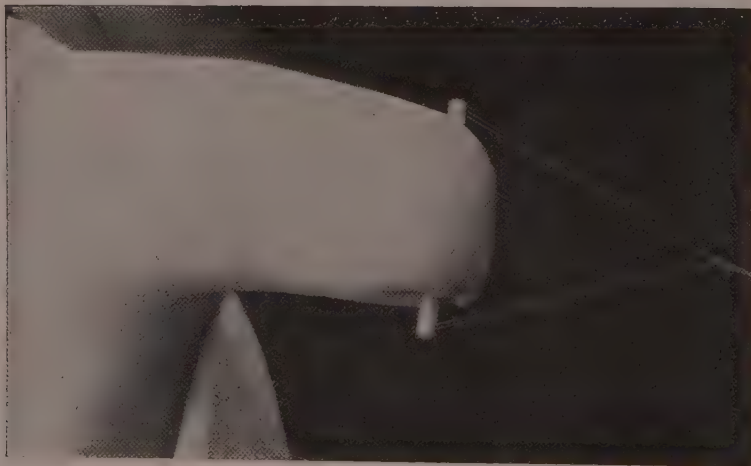


Abb. 509. Kraftkanal eines Oberarmstumpfes nach der Armierung mit einem Elfenbeinstift.

Freilich ist die Arbeitsleistung der einzelnen Stümpfe sehr verschieden. Länge und Durchmesser der zurückgebliebenen Muskulatur, Störungen ihrer Innervation, Narben- und Strangbildung im und um den Muskel sind für die Fähigkeit der Kraftkanäle von grundlegender Bedeutung. Aber wohl immer reicht bei geschickter Ausnutzung des Vorhandenen die Kraft der Muskulatur zu wirksamer Betätigung der künstlichen Hand aus.

Bei allen günstigeren Stümpfen -- und sie bilden die große Mehrzahl -- wird aber weit mehr erreicht. Die Kraftquellen sind außerordentlich leistungsfähig. Ihre Arbeit erzielt einen wirkungsvollen Schluß der Hand. Mit beachtenswertem Druck werden Gegenstände gefaßt und gehalten. Die meisten Amputierten können mit ihrer Spitzgreifhand Gewichte von 10–20 kg hochheben. Bei langen und mittleren Oberarmstümpfen wird durchschnittlich eine Hubhöhe von 3–5 cm erzielt bei einer Kraft von 20–25 kg. Wer bei einem Amputierten weniger erreicht, macht Fehler. Bei Unterarmamputierten sind Kraft und Hubhöhe geringer. Auch hier darf man mit Arbeitsleistungen von 15–40 kg/cm bei den Beugern und 10–30 kg/cm bei den Streckern rechnen. Die Operation ist auch noch lange Zeit nach erfolgter Absetzung des Armes möglich. Mehrere Amputierte wurden 10–20 Jahre nach dem Verlust ihres Armes operiert.

Das chirurgische Vorgehen hält sich im allgemeinen an die oben beschriebene Technik; nur wird man je nach den Verhältnissen des Stumpfes hier und da auch Längs- und Schräglappen verwenden oder den Kanal der Bauch- und Brusthaut entnehmen.

ANSCHÜTZ schlug vor, bei längeren Unterarmstümpfen grundsätzlich die Endsehnen der Muskeln zu durchtrennen und dadurch ihre Hubhöhe zu vergrößern. Noch zweckmäßiger ist seine Ausnutzung der Oberarmmuskulatur bei sehr kurzen Unterarmstümpfen. Er isoliert die Beuger und Strecker des Oberarmes in je 2 Gruppen: Bizeps und Brachialis internus einerseits sowie das Caput longum und die beiden anderen Teile des Trizeps andererseits. Bizeps und Caput longum werden kanalisiert, die anderen werden ausschließlich zur Bewegung des Unterarmstumpfes benutzt. Dieses Verfahren hat die unabhängige Betätigung der einzelnen Muskelgruppen zur physiologischen Voraussetzung. Bizeps und Brachialis können jeder für sich bewegt werden, ebenso hat das Caput longum eine von den übrigen Streckmuskeln gesonderte Innervation, so daß auch hier isolierte Bewegungen der Trizepsabschnitte möglich sind. Zur Befestigung der Armhülsen werden außerdem noch Haltekanäle an dem kurzen Unterarmstumpf angebracht. Erstaunlich ist die Kraft, mit der Beugung und Streckung des Stumpfes und des an ihm befestigten künstlichen Unterarmes erfolgen. Die Betätigung der Hand durch die kräftige Oberarmmuskulatur ist aber besonders eindrucksvoll.

Unseren eigenen günstigen Ergebnissen stehen leider vereinzelte andere Beobachtungen gegenüber. Fast immer ließen sich dann bei den Amputierten, die zu uns kamen, grobe Fehler in der Ausführung der Operation oder Nachbehandlung feststellen; oft war der Fehlschlag durch mangelhafte anatomische Orientierung bedingt.

Mit der plastischen Umgestaltung der Muskulatur ist die ärztliche Arbeit nicht beendet. Es folgen jetzt Einübung und Einschulung der lebenden Kraftquellen für die besondere Aufgabe. Der Amputierte muß lernen, die Tätigkeit seiner Muskeln wieder

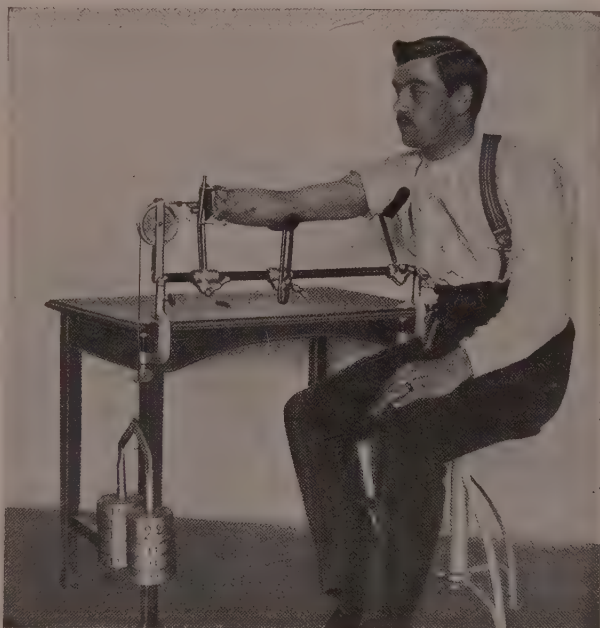


Abb. 510. Apparat zur Feststellung der Hubhöhe und Hubkraft eines Muskelwulstes.

vollständig dem Willen zu unterwerfen. Die physiologische, antagonistische Tätigkeit der Beuger und Strecker stellt sich sehr bald ein. Etwas länger dauert die gleichzeitige Betätigung von Beugern und Streckern; auch schnelle und langsame, starke und schwache Kontraktionen der Muskulatur sind anzustreben. Anfangs werden diese Übungen am besten unter Kontrolle des Auges vorgenommen. Später sollte das „Muskelgefühl“ ein ausreichender Maßstab für die Größe der Muskelarbeit sein. Leistungen der Oberarmmuskulatur von zweimal 60–100 und der Unterarmmuskulatur von zweimal 30–40 kg/cm stehen am Ende der Behandlung zur Verfügung.

Sehr große Schwierigkeiten hat die Herstellung brauchbarer Prothesen und



Abb. 511. Belastung der Kraftquelle durch starke Gewichte.

Maschinen gemacht. Die Aufgabe, die physiologischen Bewegungen des Muskels erfolgreich zu übertragen, war nicht leicht. Reibungslose Bewegung der als Sehnen dienenden Ketten und Eisenfäden war nötig. Die Angriffspunkte der Kraft mußten unter Berücksichtigung des engen Raumes, der zur Verfügung steht, angelegt werden. Die Übertragung durch die notwendigen Hebel durfte keinen zu großen Verlust an Kraft verursachen. Die verschiedenen Züge durften sich nicht gegenseitig beeinflussen oder gar behindern; kurz die Schwierigkeiten waren groß, namentlich deswegen, weil ähnliche Konstruktionen den Orthopäden bisher nicht geläufig waren.

Die Hauptschwierigkeit aber stellte die Beschaffung brauchbarer Hände dar. Die vorliegenden künstlichen Hände waren ungeeignet. Sie vernachlässigten anatomische und funktionelle Besonderheiten der lebenden Hand und verstießen oft geradezu gegen grundlegende Voraussetzungen.

Die Funktion der willkürlich bewegbaren Hand muß Bezug nehmen auf die Leistungen der lebenden. Von vornherein muß es dabei als ausgeschlossen gelten, daß die vielseitigen Bewegungen, die die lebende Hand zu verschiedenen Zwecken ausführt, eine künstliche vollzieht. Das Zusammenspiel der zahlreichen Muskelkräfte der lebenden Hand fällt fort. Wir

haben meistens nur eine Beuger- und eine Streckerkraft für die Betätigung der künstlichen Hand zur Verfügung. Darum können nur die Bewegungen der lebenden Hand herausgegriffen werden, die am häufigsten vorkommen und für die Arbeit am wichtigsten sind. Es erhellt, daß hierbei erhebliche Unterschiede der einzelnen Berufsklassen sich ergeben müssen. Die Hand des Kopfarbeiters wird nur zum Erfassen leichterer Gegenstände, wie es das tägliche Leben mit sich bringt, benutzt. Erfahrungsgemäß werden solche Vorrichtungen in der Hauptsache durch das Zufassen mit den Spitzen der Finger und des Daumens erreicht (Spitzgreifhand, Abb. 512). Dabei bleiben die Finger in den mittleren Gelenken gewöhnlich in mäßiger Beugestellung und werden nur im Grundgelenk bewegt. Diese Funktion der lebenden Hand kann von einer entsprechend gebauten künstlichen Hand ziemlich leicht nachgeahmt werden. Zeigefinger



und Daumen befinden sich in leichter Beugstellung und sind nur im Grundgelenk beweglich. Durch eine einfache Hebelübertragung können diese Finger zangenförmig einander genähert und wieder entfernt werden. Eine solche Hand ist geeignet für die einfachen Verrichtungen des täglichen Lebens; sie genügt nach unseren Erfahrungen vollständig für leichtere technische Berufe und Kopfarbeiter.

Zum Halten schwerer Gegenstände, wie es bei der Grobarbeit (Halten eines Meißels



Abb. 512. Die lebende Hand in Spitzgreifstellung.

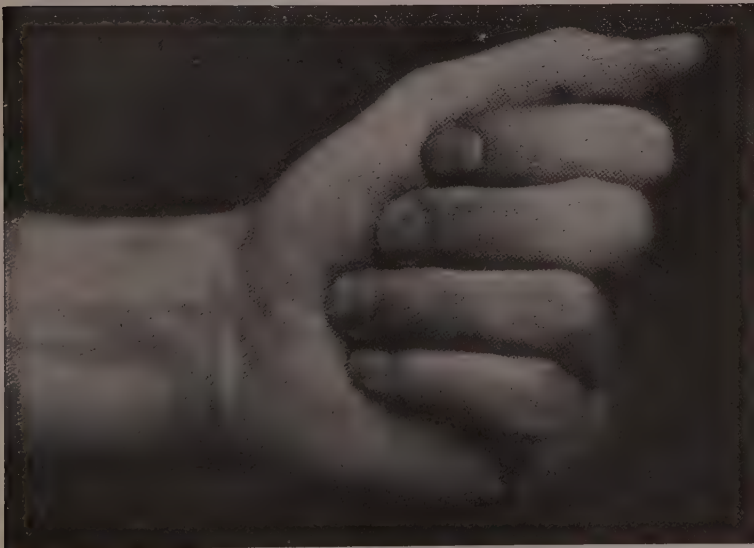


Abb. 513. Die lebende Hand in breitgreifender Stellung.

oder Hammers) der Fall ist, bedient sich die lebende Hand einer kräftigen Beugbewegung sämtlicher Finger in allen Gelenken. Die Schlußstellung dieser Bewegung entspricht der Faust (Abb. 513). Der Daumen wirkt dabei als Druckkraft, die den Schluß der zur Faust gebeugten Finger noch verstärkt. Beim einfachen Tragen von schweren Lasten werden die 4 Finger im Grundgelenk und Mittelfelenk gebeugt, so daß ein Art Haken entsteht, an dem die Last angehängt werden kann. Beispiel: Koffertragen.

Entsprechend diesem Unterschied in der physiologischen Betätigung der gesunden Hand werden auch bei unserer Prothese zwei Muster von Händen benutzt. Freilich wird die Spitzgreifhand viel mehr angewandt, weil eben alle Verrichtungen des täg-

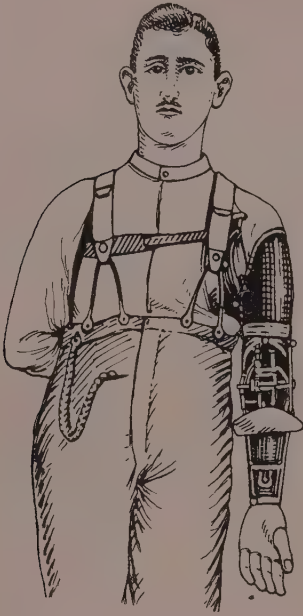


Abb. 514.



Abb. 515.

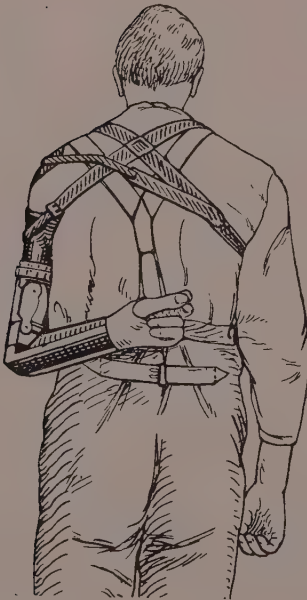


Abb. 516.



Abb. 517.

Abb. 514—517. Bau und Bewegungen der Spitzgreifhand.

lichen Lebens mit ihr ausgeführt werden können. Bald hat sich gezeigt, daß diese Hände für die Berufsarbeit nur dann zu gebrauchen sind, wenn es sich um Amputierte handelt, die Kopfarbeiter sind oder nur feine Verrichtungen mit ihrer Hand ausüben. Unsere Erfahrungen haben uns weiter dazu geführt, für die einzelnen Berufe be-

sondere Arbeitshände zu konstruieren. Daneben erhalten die Amputierten für den täglichen Gebrauch eine Spitzgreifhand, deren Bau und Bewegung aus den folgenden Abbildungen ohne weiteres zu erkennen ist (Abb. 514—523).

So trägt der Landwirt Arbeitshaken, der Metallarbeiter einen pinzettenähnlich gebauten Arbeitsansatz usw.

Alle diese Ansätze sind durch ein Sperrsystem in jeder beliebigen Lage fernzuhalten. Gegenüber ähnlichen anderen Konstruktionen ist diese Sperrung aber willkürlich einzustellen und zu lösen. Der Amputierte lernt sehr bald die Sperre reflektorisch zu bedienen und macht sich damit unabhängig von der anderen Hand.

Der große Vorteil für den praktischen Gebrauch solcher Arbeitsprothesen liegt klar zutage. Die Möglichkeit, in jedem Augenblick die Klaue von dem gefaßten Gegenstande zu lösen, erhöht die Sicherheit des Amputierten im Betrieb.

Die nachstehenden Abbildungen mögen einige Systeme der Arbeitsansätze erläutern (Abb. 524—526\*).



Abb. 518.



Abb. 519.

Abb. 518 u. 519. Verrichtungen eines Unterarmamputierten mit der künstlichen Hand bei einer Kraftquelle.

In weiterer Ausgestaltung und Ausarbeitung unserer gewonnenen Erfahrungen sind wir dann schließlich dazu übergegangen, auch kompliziertere Bewegungen mit der künstlichen Hand zu ermöglichen. Die wichtigste Voraussetzung für dieses Ziel ist die Herstellung mehrerer Kraftquellen. Bei kurzen Oberarmstümpfen oder Exartikulierten werden 3—4 Kraftquellen aus der Schultermuskulatur gebildet; bei langen Oberarmstümpfen können je zwei aus der Beuge- und Streckmuskulatur erwogen werden. Daß man bei geschickter Ausnutzung solcher Möglichkeiten sehr viel erreichen kann, soll folgendes Beispiel zeigen:

Einem Berufsmusiker wurde im Felde der rechte Oberarm in der Mitte abgesetzt. Das Bestreben des Künstlers ging dahin, unter allen Umständen in seinem früheren Berufe wieder beschäftigt zu werden. Aus diesem Grunde ließ er sich in Kiel von ANSCHÜTZ die Stumpfmuskulatur umwandeln und einen dritten Kanal durch den Pectoralis legen. Es entstanden so drei Kraftquellen, die in den Dienst einer besonderen Aufgabe gestellt wurden.

\*) Näheres über Arbeitsansätze in SAUERBRUCHS „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“. 1922. Julius Springer, Berlin.



Für den gewählten Beruf als Organist war die willkürliche Bewegung von mindestens zwei künstlichen „Fingern“ unerlässlich. Es mußte möglich sein, sie in beliebiger Stellung allein oder zusammen kraftvoll niederzudrücken. Auseinander- und Übereinanderspreizen der Finger war notwendig. Der Amputierte erhielt eine Prothese mit stumpfwinklig gebeugtem und im Ellenbogengelenk fixiertem Unterarm. Das untere Ende dieser Prothese trug einen schmalen Blechkasten, der die Kraftübertragung für die aus ihm heraustretenden Finger enthielt. In der Ruhe-



Abb. 520.



Abb. 522.



Abb. 521.



Abb. 523.

Abb. 520—523. Praktischer Gebrauch von Prothesen.

lage standen sie wagerecht. Durch Muskelzug konnten beide gleichzeitig oder nacheinander heruntergeschlagen werden. Beim Nachlassen der Kraft federten sie in die alte Stellung zurück. Der Zug des Pectoralis diente zur Spreizbewegung. Ihre Spannweite betrug etwa 18 cm. Innerhalb dieser Breite konnten an beliebiger Stelle beide Finger gemeinsam oder hintereinander „anschlagen“. Es wurde so gewissermaßen eine lebende Zweifingerhand nachgeahmt.

Wille und Geschick befähigen diesen Amputierten zu einer erstaunlichen Leistung. Er ist in der Lage, zweihändig in so befriedigender Weise Harmonium und Orgel zu spielen, daß er die Stelle eines Organisten übernehmen konnte.

Dieser Erfolg ermutigt, auch für andere Berufe ähnliche Leistungen anzustreben. Man wird, mehr als es bisher geschah, dem Oberarmamputierten Kraftquellen aus dem Pectoralis und Subskapularis verschaffen. Die Umsetzung ihrer Kraft in schwierigere Funktionen der künstlichen Hand wird Aufgabe physiologisch-technischen Studiums sein.

Die Zahl der Kriegsamputierten, die versorgt werden muß, ist gewaltig. Im ganzen wurden bisher über 2000 mit willkürlich bewegbaren Armen nach dem beschriebenen System in Singen und München ausgestattet. Hier sind besondere Werkstätten für diese Aufgabe eingerichtet. In ihnen arbeiten erfahrene Mechaniker, die gemeinsam mit den Ärzten für jeden einzelnen Amputierten die besten Möglichkeiten herausbringen.

Die willkürlich bewegbare künstliche Hand ist über das Versuchsstadium hinaus. Es ist erfreulich, daß man auch in anderen Staaten beginnt, der großen praktischen Bedeutung der ganzen Aufgabe gerecht zu werden. So wird jetzt in Italien die willkürlich bewegbare künstliche Hand bei den Kriegsamputierten angewandt.

In der Tat sind die Erfolge hochbefriedigend. Unterarmamputierte Kopfarbeiter mit zwei Kraftquellen sind so entschädigt, daß sie vollwertige Arbeit leisten können. Für sie ist das Problem der willkürlich bewegbaren künstlichen Hand gelöst. Es fehlt ihnen nur das Gefühl. Überraschend aber ist die Tatsache, daß im Laufe der Zeit die Amputierten die verschiedene Stärke der Kontraktion der Muskeln umdeuten lernen zur Erkennung von Gegenständen. Immer wieder stellt sich heraus, daß das Spiel der künstlichen Hand im Laufe der Zeit leicht, gefällig und dadurch natürlich wird.

Die Leistungen der Oberarmamputierten stehen im Vergleich zu denen der Unterarmamputierten zurück. Immerhin wird aber auch bei ihnen sehr viel erreicht. Durch die Kombination der lebenden Kraftquellen mit der Anwendung des BALLIFSchen Prinzips sind die Oberarmamputierten in der Lage, ihren Unterarm willkürlich zu beugen und zu strecken und in jeder Stellung fixiert zu halten. Die Kraftquellen des

Stumpfes werden ausschließlich für die Betätigung der Hand verwandt. Dadurch ermöglichen wir auch dem Oberarmamputierten das reflektorische Öffnen und Schließen der Hand in einer Weise, die den physiologischen Verhältnissen nahe kommt.

Bei längeren Oberarmstümpfen ist durch Einschaltung eines Kugelgelenkes die Sichelbewegung des künstlichen Unterarmes ermöglicht. Durch geschickte Ausnutzung der Stoßkraft des Stumpfes wird die Pro- und Supination erreicht. Die Oberarmamputierten sind in der Lage, kleinste, mittlere und grobe Gegenstände mit ihrer

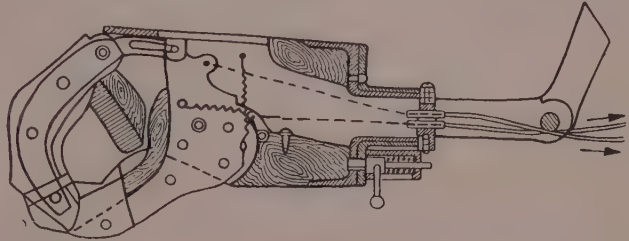


Abb. 524.

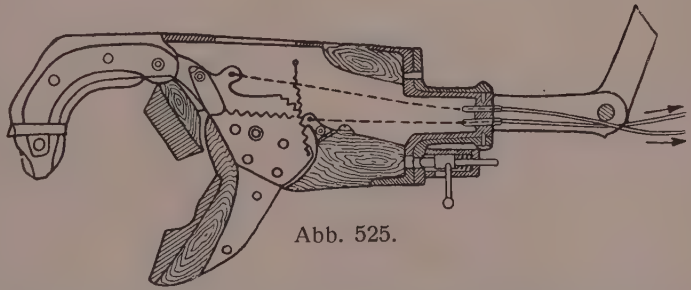


Abb. 525.

Abb. 524 u. 525. Arbeitsklaue mit grober Sperre in geschlossenem und geöffnetem Zustande.

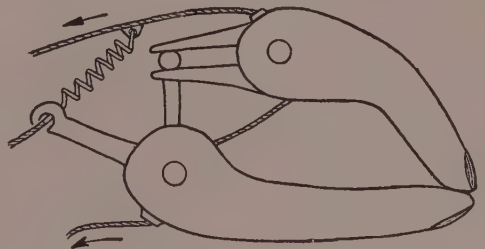


Abb. 526.

Bewegbare Arbeitszange für Feinarbeiter.

Hand kraftvoll zu fassen und zu halten; ihre Leistungen im täglichen Leben sind durchaus befriedigend.

Land- und Schwerarbeiter werden durch Benutzung der willkürlich bewegbaren Arbeitsklaufen um ein beträchtliches leistungsfähiger.

Es war naheliegend, den Grundsatz der willkürlich bewegbaren Hand auch bei Beinamputierten anzuwenden. Diese an sich aussichtsvolle Aufgabe ist aber bisher in befriedigender Weise noch nicht gelöst. Es wird zu erproben sein, ob der Muskelzug bei Oberschenkelamputierten zur Bewegung des Knies oder des Fußes am zweckmäßigsten herangezogen wird. Einzelne Versuche lassen aber schon heute erkennen, daß auch hier durch geschickte Ausnutzung der Stumpfkkräfte die Brauchbarkeit des Ersatzgliedes gehoben wird.

### 3. Die Prothesen der unteren Extremitäten.

Von o. Prof. Dr. KARL LUDLOFF.

Direktor der Universitätsklinik für orthopädische Chirurgie in Frankfurt a. M.

Im Kriege Oberstabsarzt d. R., Chefarzt des Reservelazarets VIII, Fachärztlicher Beirat des XVIII. A.-K.

Mit 70 Abbildungen im Text.

#### I. Die theoretischen Aufgaben des Prothesenbaues.

In diesem Abschnitt des Handbuches soll der gegenwärtige Stand der Prothesenfrage des künstlichen Beines abgehandelt werden. Da es einerseits darauf ankommt, ein möglichst klares und übersichtliches Bild zu erhalten, andererseits der im Rahmen des Handbuches zur Verfügung stehende Raum knapp ist, kann es unmöglich die Aufgabe dieser Abhandlung sein, alle die Einzelheiten aufzuführen und zu würdigen, die in der Prothesentechnik bisher geleistet worden sind. Dazu sind die ausführlichen Lehr- und Handbücher<sup>1-3)</sup> über Prothesenbau da, unter denen die Arbeiten von ГОЧТ besonders hervorzuheben sind. Hier soll versucht werden, das Problem des künstlichen Beines als Ganzes darzustellen und nur in großen Zügen die Richtlinien festzulegen, in denen die Prothesenherstellung sich bewegt hat, um eine möglichst natürliche Funktion des künstlichen Beines zu erreichen. Die historische Entwicklung der Prothesentechnik kann gleichfalls nur kurz gestreift werden.

Viel Interessantes ist wohl erst in den letzten Jahren während der Hauptentwicklungsperiode der Prothesenfrage klarer geworden, vor allem, daß der Gliederersatz als einheitliches Problem kaum von Einem beherrscht werden kann; es ist auch hier eine Differenzierung zwischen Arm- und Beinersatz eingetreten. Beide Probleme, Arm- und Beinersatz, stellen an den Anfertiger sowohl als an den, der die Theorie und wissenschaftliche Begründung des Baues entwickelt, ganz verschiedene Anforderungen. Es gibt unter den Konstrukteuren keinen, der die Technik beider Ersatzglieder so beherrscht, daß er auf beiden Gebieten etwas Hervorragendes geleistet hat. Die Befriedigung der Wünsche des Armlosen stellt ganz andere Anforderungen als die des Beinlosen. Zum Zugreifen und Halten gehören nicht nur anders geformte Werkzeuge, sondern auch anders ausgebildete und neugebahnte Verstandes- und Willenskräfte als zum Gehen und Stehen. Im Verhältnis zur Konstruktion von künstlichen Armen und Händen war die Konstruktion von brauchbaren künstlichen Beinen vor dem Weltkriege bereits etwas weiter und besser entwickelt. Es hat das wohl darin seinen Grund, daß der eines Armes Beraubte für die allgemeinen Bedürfnisse des täglichen Lebens weniger benachteiligt ist als der, der ein Bein verloren hat. Die schmerzlose und mühelose Fortbewegung spielt im Leben im allge-



meinen eine ganz andere Rolle als die stete Bereitschaft, mit beiden Händen zu fassen zu können. Beim Verlust eines Armes und einer Hand kann der andere Arm und die andere Hand in vielen Beziehungen mit großer Geschicklichkeit vikariierend eintreten. Anders liegen die Verhältnisse beim Verlust eines Beines. Das andere Bein kann nicht die Funktion des verlorenen mit übernehmen. Eine Fortbewegung ohne Schreiten ist auf die Dauer nicht möglich, dazu gehören aber zwei Beine. Der Beinlose ist in ganz anderer Weise von der alles beherrschenden Schwerkraft abhängig als der Armlose. Die Ausnutzung und Beherrschung der Schwerkraft bringt erst den normalen Gang zustande. Das Gehen und Stehen auf zwei Beinen muß wohl das schwierigere Problem sein als das Fassen und Halten, da seine Beherrschung beim Kinde erst viel später eintritt und bei irgendwelchen Störungen der zentralen Innervation viel eher vernichtet wird als das Zugreifen. Anders scheint es mir beim Doppelamputierten zu sein. Hier ist der Armlose entschieden wesentlich schlechter daran als der Beinlose, weil ihm schon von vornherein die Nahrungsaufnahme wesentlich erschwert ist und er mehr oder weniger ganz auf fremde Hilfe angewiesen ist.

Aus diesen Erwägungen geht hervor, daß bei der Darstellung der Frage des Beinersatzes die Frage der Beherrschung der Schwerpunktsverlegung einen größeren Raum einnehmen muß, denn diese allein ermöglicht einerseits nicht nur die Fortbewegung, sondern ist andererseits wieder die Quelle für weitere Verletzung und Beschädigung des Beinlosen durch Hinstürzen, Gefahren, die den Armlosen nicht in dieser Weise bedrohen.

Wer zweckmäßige Prothesen konstruieren will, oder wer Prothesen auf ihre größere oder geringere Brauchbarkeit prüfen will, muß zuvörderst genaue Kenntnisse über den normalen Gang und das normale Stehen besitzen. Nur der wird diese beiden Aufgaben erfüllen können, der alle die Einzelheiten der Vorgänge beim natürlichen Gang und beim natürlichen Stand auf die Möglichkeit und die Notwendigkeit des Ersatzes richtig und kritisch für die Prothesen zu würdigen versteht.

Man kann zwei Bestrebungen von Anfang an bei den naiven Prothesenschöpfern unterscheiden, auf der einen Seite das Stelzbein als das auf die notwendigste Stützfunktion reduzierte physikalisch mathematische Bein, auf der anderen Seite das die äußere Gestalt nachahmende gelenkige Bein. Nachdem das Stelzbein als primitivster Beinersatz überwunden war, versuchte man sein Heil in der möglichst genauen Nachahmung der äußeren Form des Beines mit seinen beiden Hauptgelenken, dem Knie- und Fußgelenk, indem man in naiver Weise es dem Stumpf überließ, dieser beweglichen Hülse Leben und Seele zu verleihen. Schwer übersehbar sind die massenhaften Konstruktionen und deren Details, die diesem beweglichen Bein bald die notwendige Standfestigkeit, bald Beweglichkeit verleihen sollten, und man hoffte, daß man dadurch einen Gang hervorrufen könnte, der dem normalen ganz gleich käme, und suchte den Grund für den entstandenen anormalen Gang in der größeren oder geringeren Ungeschicklichkeit des Prothesenträgers. Es hat ziemlich lange gedauert, und es bedurfte erst recht umfangreicher Untersuchungen mit allen möglichen Hilfsmitteln, um zu beweisen, daß von einer gewissen Größe des Verlustes ab ein vollständig normaler Gang nicht mehr möglich ist, und daß deshalb an Stelle unnützer Bestrebung nach der Nachahmung des Normalen mit kluger Beschränkung dafür zu sorgen ist, daß unter diesen Umständen nur die zweckmäßigsten Konstruktionen herausgesucht werden müssen.

Das Wesen des normalen Stehens und des normalen Gehens ist erst in den letzten Jahrzehnten wirklich richtig erkannt worden. Zu dieser Kenntnis haben gerade die größeren oder geringeren Mißerfolge im Prothesenbau mit beigetragen. Erst jetzt sind wir durch die Arbeiten namhafter Physiologen und Anatomen so weit gekommen, daß wir folgendes als richtig hinstellen können. Ich folge bei dieser Auffassung hauptsächlich der Darstellung TIGERSTEDTS<sup>4)</sup>, die wieder auf den Untersuchungen BRAUNES und FISCHERS aufgebaut ist.

Beides, das Stehen und das Gehen, ist nur durch ein fortwährendes, fein abgestimmtes Muskelspiel beider Beine und des Oberkörpers möglich. Das Muskelspiel hat die Aufgaben zu erfüllen, einerseits den Gesamtschwerpunkt intermittierend über der Unterstützungsfläche festzuhalten oder intermittierend vor oder hinter oder über die Unterstützungsfläche zu legen. Dazu ist ein intermittierendes Loslassen oder Feststellen besonders der Hüft-, Knie- und Fußgelenke und der Wirbelsäule notwendig, während die Funktion der Schulter- und Ellbogengelenke zwar unterstützend mitwirkt, aber für unsere Frage vernachlässigt werden kann, um die Verhältnisse nicht allzusehr zu komplizieren.

#### a) Das Stehen.

Beim aufrechten Stehen in natürlicher bequemer Stellung fällt der Schwerpunkt des Rumpfes, Kopfes und der Arme etwas hinter die Verbindungslinie der Hüftgelenksmittelpunkte. Dadurch müßte der Rumpf in den Hüftgelenken nach hinten umgedreht werden. Diese Drehung wird verhindert durch den Ileopsoas und das Lig. Bertini.

Damit nun dieser im Gleichgewicht festgehaltene, auf den Kniegelenken balancierende Oberkörper nicht nach vorn überkippt, muß die Muskulatur der Hinterseite der Oberschenkel angespannt werden, weil die Hüftgelenkebene vor dem Mittelpunkt der Kniegelenke liegt. Da aber das Fußgelenk noch weiter hinter der Hüftgelenkebene liegt, würde das ganze System nach vorn überfallen, wenn nicht die Wadenmuskulatur dieses Vorwärtsfallen hinderte.

Für unsere Frage ist also die Tatsache von Wichtigkeit, daß beim aufrechten Stehen der Ileopsoas, der Biceps femoris, Semimembranosus und Semitendinosus und der Gastrocnemius die Hauptrolle spielen.

#### b) Der Gang.

Der normale Gang spielt sich so ab, daß dem Körper durch die beim Gehen geleistete Arbeit eine gewisse Beschleunigung nach vorwärts erteilt wird, wobei der Schwerpunkt bei jedem Schritt in der Gangrichtung verschoben wird. Dazu ist notwendig, daß die beiden Beine abwechselnd als Stand- und als Schwungbein dienen. Die Hauptarbeit wird dabei von dem Standbein geleistet, aber auch das Schwungbein pendelt nicht nur passiv nach vorn, wie man früher angenommen hat, sondern wird durch Einwirkung der Muskeln nach vorn geschwungen. Bei dieser abwechselnden Funktion der Beine ist kein Moment vorhanden, in dem beide Füße zugleich den Boden verlassen haben (nach TIGERSTEDT).

Aus den Untersuchungen und graphischen Darstellungen MAREYS und FISCHERS geht hervor, daß bei jedem Schritt sich ein Moment findet, in dem der Körper von einem Bein, dem Standbein (z. B. dem linken) unterstützt wird, während das andere (rechte) stark rückwärts gestellt ist. Das linke (Stand) Bein berührt dabei mit voller Sohle den Boden und wird nun in den folgenden Momenten vom Boden abgewickelt, wobei es aus der anfänglichen Beugstellung im Knie- und Hüftgelenk in eine Streckstellung übergeht, bis die Fußspitze den Boden verlassen hat. Während dieser Bewegungsphase des linken Beines verläßt das rechte (Schwungbein) den Boden mit der Fußspitze und wird unter allmählich zunehmender Dorsalflexion des Fußes und abnehmender Kniebeugung nach vorn geschwungen, bis es mit der Ferse voran auf den Boden gesetzt wird (vgl. Abb. 527). Diese Phase des rechten Beines fällt zusammen mit dem Verlassen der linken Fußspitze vom Boden und dem Anfang des Vorschwunges des linken Beines. Diese Bewegungen haben sich abgespielt im Rahmen eines Schrittes. Schwungbein und Standbein wechseln in diesem Augenblick ihre Rollen. Während dieses Vorganges beschreibt die Schulter und Hüftlinie eine räumliche Kurve, die, von der Seite und von oben betrachtet, die Gestalt einer Wellenlinie hat. Der Schwer-

punkt schwankt also nicht nur vertikal (vgl. Abb. 527) auf und ab, sondern auch horizontal herüber und hinüber. Die vertikale Wellenlinie ist gleich der einfachen, die horizontale gleich der doppelten Schrittlänge. Bewirkt wird die aktive Tätigkeit durch folgende Muskeln:

Zu Anfang der Periode des Schwingens wirken auf der Seite des Schwungbeines der Ileopsoas, der Rectus femoris und der Tibialis anterior, zugleich auf der Seite des Standbeines der Glutaeus medius (bewirkt die Hebung der Beckenseite des Schwungbeins und erleichtert dadurch das Durchschwingen des Schwungbeines). Dann nimmt allmählich die Spannung dieser Muskeln bis auf den Tibialis ab. Es folgt nun die Spannung des Glutaeus maximus und des Biceps femoris, Semimembranosus und Semitendinosus und zuletzt die des Gastroknemius, der zuerst die Feststellung auf der Sohle und dann die Abstoßung der Fußspitze vom Boden bewirkt, während das bisherige Standbein die Tätigkeit des Schwungbeines aufnimmt. Das Standbein war während des Schwingens des anderen Beines elastisch verriegelt durch den Glutaeus maximus und die Muskeln der Hinterseite des Oberschenkels, den Gastro-

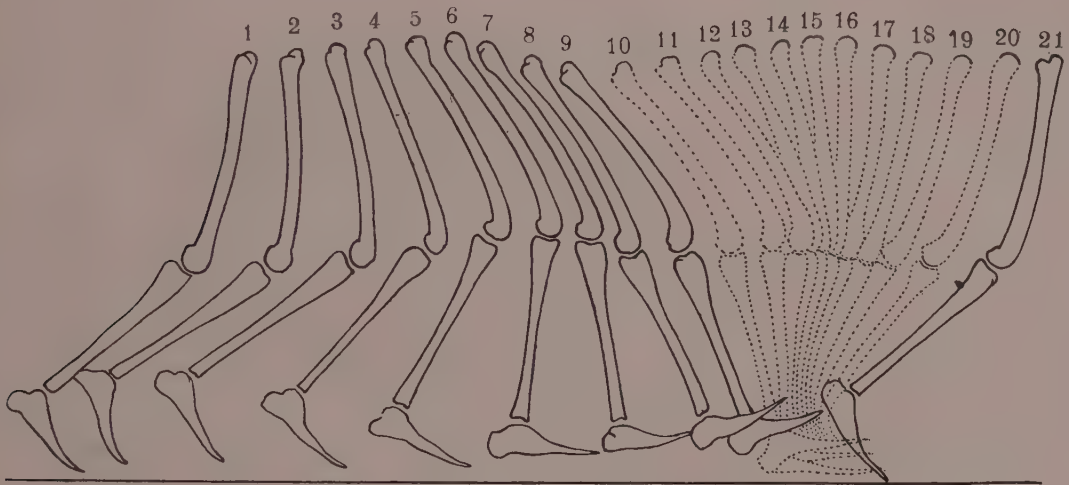


Abb. 527 (nach O. FISCHER vereinfacht).

knemius und den Rectus femoris, die das Hüft-, Knie- und Fußgelenk in der Stützphase in leicht gebeugter Stellung fixierten. Diese eben aufgeführten Muskeln spielen die Hauptrolle, während die übrigen Muskeln unterstützend ebenfalls, wenn auch vielleicht kurze Zeit, besonders bei Unregelmäßigkeiten des Bodens in Tätigkeit treten.

Im Wesen des normalen Ganges liegt es, daß die Muskeln abwechselnd die Gelenke feststellen oder loslassen. Wir müssen annehmen, daß das synergetisch durch die Funktion der Antagonisten erfolgt.

Das Hüftgelenk wird demnach festgestellt durch den Ileopsoas und Rektus einerseits und Glutaeus maximus andererseits, das Kniegelenk durch den Rectus femoris einerseits, Semimembranosus, Semitendinosus, Biceps femoris und Gastroknemius andererseits, das Fußgelenk durch den Tibialis anterior einerseits und Gastroknemius andererseits. Diese Muskelgruppen werden zu ihrer Arbeit reflektorisch vom Gelenk aus bei ungestörter Lageempfindung zur fein abgestuften Kontraktion veranlaßt.

Wenn wir alle diese Momente berücksichtigen, erkennen wir erst die Schwierigkeit, das ganz oder teilweise verlorengegangene Bein zu ersetzen, und wir sehen sofort ein, daß die Schwierigkeiten in dem Grade wachsen, je mehr von dem Bein abgesetzt ist. Verhältnismäßig einfach wird der Ersatz sein, wenn nur der Fuß entfernt ist, fast unüberwindlich, wenn das Bein im Hüftgelenk exartikuliert wurde. Bei der



Exartikulation in der Hüfte werden wir von vornherein auf einen nur einigermaßen normalen Gang verzichten müssen. Unsere jetzigen Bestrebungen zielen hauptsächlich auf den Ersatz des Kniegelenkes hin und haben die Arbeit der besten Köpfe herausgefordert.

Die einzelnen Aufgaben, die sich unter Berücksichtigung des natürlichen Gangmechanismus ergeben, sind a priori folgende:

1. Ersatz der starren knöchernen Hebel und der Gelenke womöglich in derselben Länge, mindestens derselben Festigkeit und derselben Exkursionsfähigkeit.
2. Ersatz der verlorenen Muskelkräfte sowohl in Rücksicht auf die Schwingungstätigkeit wie auf die Standfestigkeit.
3. Feste Vereinigung dieses beweglichen Systems am Körper des Prothesenträgers ohne wesentliche Belästigung (Tragfähigkeit, Belastungsfähigkeit).
4. Möglichste Übereinstimmung des Kunstbeines in Form, Gewicht und Geräuschlosigkeit. Das Gewicht dieses Systems darf a priori das Gewicht des verlorenen Beines nicht überschreiten, wird im Gegenteil leichter sein müssen, da die tragenden und hebenden Muskeln wesentlich verringert sind. Das Optimum wird durch Berechnung und Probieren festzustellen sein, wobei der Einfluß der schwingenden Massen und der Schleuderbewegung zu berücksichtigen ist.

A priori scheinen die Forderungen 1 und 4 mehr oder weniger leicht zu erfüllen zu sein; dagegen stößt die Erfüllung der Forderung 3 schon auf erhebliche und die der Forderung 2 auf ganz enorme, scheinbar kaum überwindliche Schwierigkeiten.

Da wir beim Prothesenbau uns nicht mit der naiven Nachahmung der äußeren Form begnügen wollen, sondern unsere Bestrebungen vor allem auf die zweckmäßige Funktion richten, so müssen wir uns zuerst mit der Forderung 2 befassen, d. h. mit dem Stumpf, und besonders seinen Muskelverhältnissen. Der Stumpf birgt noch die übriggebliebenen Reste der Muskulatur und ist nicht nur der Befestigungsort, sondern auch der Hauptmotor für die Bewegung der Prothese und somit für die Fortbewegung.

Außer ihm steht uns für die Bewegung der Prothese nur noch die Schwerkraft zur Verfügung. Die richtige Kombination der Stumpfmuskelkraftreste mit der Schwerkraft kann der Prothese noch Leben und Funktion verleihen. Die Schwerkraft ist eine konstante Größe, aber die Stumpfmuskelkräfte sind von verschiedener Wertigkeit, je nach der Länge des Stumpfes. Damit ist aber nicht gesagt, daß der längere Stumpf immer der wertvollere ist. Die Wertigkeit wird danach entschieden, welche von den oben besonders hervorgehobenen Muskeln noch vollständig intakt sind, d. h. ihren normalen Ursprung und ihre normale Insertion haben. Alle Muskeln, die ihre normale Insertion nicht mehr haben, sind, wenn auch nicht ganz unbrauchbar, so doch wesentlich geschwächt, weil sie durch die Amputation ihre natürliche Länge unter allen Umständen verloren haben, besonders bei den Kriegsamputationen, bei denen infolge der Infektion der Wundverschluß erst später erfolgt und deshalb der Muskel geschrumpft ist, ganz abgesehen davon, daß infolge der Infektion das Muskelparenchym selbst gelitten und durch die Wucherung des Bindegewebes in der Umgebung der Narbe in seiner Beweglichkeit und Kraft eingeschränkt ist.

Wir brauchen für die Funktion sowohl des Schwung- wie des Standbeines den Ileopectus, den Rektus und den Tibialis anterior einerseits, den Glutaeus maximus, den Bizeps, Semimembranosus, Semitendinosus und den Gastrocnemius andererseits; für die Funktion des Schwungbeines außerdem noch den Glutaeus medius auf der Seite des Standbeines, der das Vorbringen dadurch erleichtert, daß er die Beckenhälfte des Schwungbeines hebt, resp., vor dem Niedersinken bewahrt.

Eine Amputation bis zum Lisfrancschen Gelenk stellt in bezug auf die bewegende Kraft die I. und beste Wertzone dar, weil alle wichtigen, in Frage kommenden Muskeln erhalten sind. Beim Chopart wird schon der wichtige Tibialis anterior ausgeschaltet, Wertzone I—II. Der Pirogoff vernichtet schon außer der Funktion des Tibialis anterior die des Gastrocnemius, Wertzone II. Dieses hat nicht nur Nachteile

für die Abwicklung des Fußes, sondern auch für die Kniebewegung, besonders die Kniefeststellung, und muß allmählich zum Genu recurvatum führen. In noch höherem Grade ist dies bei der Amputation über dem Fußgelenk bis unterhalb der Tuberositas tibiae der Fall, Wertzone III.

Je höher die Amputationsgrenze nach der Tuberositas tibiae hinaufrückt, desto geringer ist die Ausnutzungsfähigkeit des intakten Kniegelenkes wegen der unzureichenden Länge des zur Befestigung wichtigen Unterschenkelhebelarmes. Theoretisch hat die hohe Unterschenkelamputation nur noch deshalb besondere Wertigkeit, weil die Insertion der pelvikruralen Muskeln der Kniebeuger und des Rektus noch vorhanden sind.

Amputation im Knie oder Gritti bedingt die Wertigkeit IV durch Schwächung resp. Vernichtung der Funktion des Rektus und der pelvikruralen (Bizeps)gruppe, sowohl in Rücksicht auf das Vorschwingen des Schwungbeines als auch Verriegelung des künstlichen Kniegelenkes.

Amputationen im unteren bis oberen Drittel: Wertigkeit V, bedingt durch die Vernichtung oder wesentliche Schwächung der Funktion des Rektus und der Bizepsgruppe. Funktionsfähig in unserem Sinne ist nur noch der Ileopsoas und Glutaeus medius und allenfalls der Glutaeus maximus, aber auch deren Wirkung wird durch den kurzen Hebelarm schwer beeinträchtigt.

Exartikulation in der Hüfte, Wertigkeit VI. Verlust auch der Ileopsoas- und Glutaeus-maximus-Wirkung und damit jeder bewegenden Muskelkraft der Prothese der Schwungseite.

Von der Wertzone III ab muß immer mehr die Schwerkraft die Muskelkraft des Schwung- und Standbeines ersetzen.

Der Prothesentechnik werden somit für die einzelnen Wertzonen die verschiedenartigsten Aufgaben gestellt, die darin gipfeln, die vorhandenen Stumpfkkräfte vorteilhaft auszunutzen und Mechanismen besonders für die automatische Verriegelung und Freilassung der Gelenke zu konstruieren. Wie das geschehen ist und wie sich das bewährt hat, werden wir in späterem Hauptteil sehen.

Jetzt noch einige Worte über die dritte Forderung, die Befestigung der Prothese am Stumpf. Von vornherein müßte man suchen, die Längsachse der Prothese genau in die Achsenrichtung des Stumpfknochens zu bringen und am Ende so zu befestigen, daß das Stumpfknochenende in direkter und fester Berührung und Auflage mit der Prothese kommt. Leider haben wir keine Möglichkeit, das Stumpfknochenende direkt fest an der Mittelachse, z. B. dem Stelzbein, zu befestigen, weil zum Stumpfabschluß des Knochenendes immer mehr oder weniger Weichteile eingeschaltet werden müssen. Damit ist die Vereinigung, mag sie sein, wie sie will, stets nur eine pseudarthrotische, die durch besondere Streben und Stützen kompensiert werden muß. Es kommt nun noch hinzu, daß das untere Stumpfende trotz aller operativen Bestrebungen in den meisten Fällen gegen den direkten Belastungsdruck empfindlich ist. Die direkte Belastungsfähigkeit ist immer nur eine relative. Wir sind infolgedessen gezwungen, den Stumpf in eine mehr oder weniger trichterförmige Hülse zu stecken. Diese muß den Stumpf zur möglichst sicheren Befestigung in größerer Ausdehnung umfassen, um dadurch einerseits auf einen möglichst großen Hebelarm einwirken, andererseits durch möglichst große Reibungsfläche den Belastungsdruck am Stumpfende verringern zu können. Dieser Befestigungsmodus hat nun den Nachteil, daß er nicht so fest angewandt werden kann, daß dadurch ein unverrückbares Hebelsystem entsteht. Eine wirklich feste Umschnürung würde Schmerzen und Dekubitus hervorrufen und die noch funktionsfähige Muskulatur an ihrer notwendigen Verrichtung hindern und sie atrophisch machen. Der Stumpf würde somit als Motor ausgeschaltet werden. Man hat sich deshalb gezwungen gesehen, die Hülse so zu konstruieren, daß sie an den ausladenden seitlichen Wänden des Tibia- und Fibulakopfes oder am Tuber ischii oder an beiden ein Widerlager

findet. Je höher oben die Amputation am Oberschenkel gemacht ist, desto schwieriger und unzureichender ist die Befestigung. Das hat dazu geführt, mit Hilfe eines Beckenkorb und eines künstlichen Hüftgelenkes, selbst bei erhaltenem und gesundem Hüftgelenk, die Prothese fester am Becken aufzuhängen. Damit ergibt sich zwar eine festere Vereinigung. Die Bewegungen des künstlichen Beines werden dadurch aber zwangsläufig und entbehren der freien Beweglichkeit in anderer Richtung, die oft für die richtige Verlegung des Schwerpunktes notwendig ist. Infolgedessen muß mindestens die Rotationsfähigkeit des künstlichen Beines leiden.

Es kommt noch eines hinzu: Auf der Seite des Schwungbeines muß durch den Glutaeus medius des Standbeins das Becken bei jedem Schritt gehoben werden. Das wird durch den Beckenkorb mit Hüftgelenk erschwert. Die Unterstützung am Tuber hat noch den Nachteil, daß dadurch der Drehpunkt vom Hüftgelenk mehr nach hinten verlegt und die aufrichtende Wirkung der ischiokruralen Muskeln ungünstig beeinträchtigt wird.

Was für Hilfsmittel wir auch anwenden, es entsteht doch immer nur eine mehr oder weniger feste pseudarthrotische Verbindung der Prothese mit dem Körper. Diese pseudarthrotische Verbindung besonders des Oberschenkels ist aber für den ganzen Gangmechanismus von ausschlaggebender Bedeutung, weil dadurch von vornherein der ganz normale Gang unmöglich gemacht wird, denn sobald das künstliche Bein als Standbein funktioniert, tritt sofort das Trendelenburgsche Phänomen ein und es entsteht beim Prothesenträger öfter ein ähnlicher Gang wie bei der einseitigen angeborenen Luxation. Das Trendelenburgsche Phänomen (Herunterfallen der Beckenhälfte nach der Seite des Schwungbeines) entsteht entweder durch Insuffizienz des Glutaeus medius oder durch Insuffizienz der in Betracht kommenden Hebelarme. Insuffizienz des Glutaeus medius haben wir

1. bei der angeborenen Luxation (falsche, für die kontralaterale Beckenhebung wirkungslose Zugrichtung);
2. Erkrankung des Muskels selbst, spinale Lähmung oder Muskeldystrophie;
3. Abreißung des Muskelansatzes bei Bruch des Trochanter major.

Insuffizienz der Hebelarme haben wir bei Beckenbrüchen, besonders bei Beckenringbrüchen und bei Zerstörung der Synchondrosis sacroiliaca, durch Tuberkulose oder Tumoren. Hier kommt allerdings eine reflektorische Komponente hinzu, weil durch den eintretenden Schmerz, sobald der Glutaeus medius kontrahiert wird, eine wirkungsvolle Kontraktion verhindert wird.

In unserem Falle entsteht das Trendelenburgsche Phänomen dadurch, daß der Hebelarm des Standbeines im Oberschenkel pseudarthrotisch und dadurch insuffizient ist und, sobald der Glutaeus medius kontrahiert wird, mehr oder weniger nach der Seite des Schwungbeines abgebogen wird.

Wir sehen also, daß auch durch die Befestigungsmöglichkeit der Prothese die Fähigkeit des normalen Ganges des Prothesenträgers eingeschränkt ist.

Wie man diese Schwierigkeiten zu umgehen versucht hat, wird ebenfalls im zweiten Teil erörtert werden.

Im Verhältnis zu den Schwierigkeiten bei Erfüllung der Forderungen 2 und 3 sind die beiden Forderungen 1 und 4 gering.

Wir sind in der Lage, Hebelarme als Ersatz der verlorenen knöchernen Komponenten von genügender Festigkeit herzustellen. Wir können zwei Konstruktions-typen anwenden, entweder die sog. Skelettprothese, bei der die tragenden Achsen aus Metallstäben oder Röhren hergestellt sind, oder die Hülsenprothese, die der äußeren Form des Beines nachgeahmt ist und bei der die starren Wände, ähnlich dem Chitinskelett der Insekten, die Körperlast tragen. Die Hülsenprothesen können aus Walkleder mit Versteifungen oder ganz aus Holz herausgearbeitet werden. Bei den Skelettprothesen wird dann die äußere Form des Beines durch übergestülpte



Lederstulpen oder hölzerne Hohlkörper wiedergegeben. Die Lederstulpen haben selbst keine tragende Funktion.

Die Gelenke, in beiden Fällen meistens aus Metall als Scharniergelenke hergestellt, können aber auch in anderen Formen konstruiert werden. Bei den Skelettprothesen ist ein Gelenk der Achse eingefügt, bei den Hülsenprothesen brauchen wir meistens zwei seitliche Gelenke in der lateralen und medialen Wand. Die Entscheidung für die eine oder die andere Prothesenart wird, je nach dem einzelnen Falle, verschieden zu treffen sein.

Wir sind auch in der Lage, bei jedem Gelenk die erforderlichen Gelenkhemmungen zu schaffen, aber auch die nach physikalisch-technischen Gesichtspunkten konstruierten besten und haltbarsten Gelenke können uns nicht über einen Mangel hinwegbringen, der für die ganze Prothesenfrage wichtig ist, nämlich den der Gelenksensibilität, durch die die feinsten Muskelaktionen reguliert werden. Dieser Umstand scheint auf den ersten Blick nicht erwähnenswert, da ja sowieso eine natürliche Verbindung zwischen Gelenk und abgeschnittenem Muskel nicht existiert, hat aber doch eine größere Bedeutung bei den sog. kinetischen Prothesen nach dem Typus SAUERBRUCH, auf den im zweiten Hauptteil noch besonders einzugehen ist. Das Muskelspiel, das beim normalen Gelenk reflektorisch durch die Gelenksensibilität ausgelöst wird, muß bei der kinetischen Prothese zu einem großen Teil durch bewußte Willensimpulse ersetzt werden.

Was das Gewicht der Prothese anlangt, so scheint es auf den ersten Blick, als ob die Prothese in ihrem Gewicht dem verlorengegangenen Teile entsprechen müßte, wenn ein gleichmäßiger, nicht hinkender Gang erzielt werden soll. Es muß aber berücksichtigt werden, daß der bewegende Stumpf unter allen Umständen, wie wir oben gesehen haben, über viel geringere Muskelkräfte verfügt als das normale Bein. Ob aber daraus zu folgern ist, daß die Prothese bei voller Stabilität möglichst leicht zu konstruieren ist, scheint mir a priori fraglich, weil wir infolge des Verlustes von willkürlicher Muskelkraft vielleicht die Schwerkraft schwingender Massen zur Hilfe herbeiziehen müssen und weil vielleicht gerade eine gewisse Schwere erst wieder richtig abgestufte Muskelaktion einleitet.

Soweit die theoretischen Forderungen und Aufgaben für die Prothesenkonstruktion, wie sie sich aus dem Mechanismus des normalen Stehens und Gehens ableiten lassen, unter Berücksichtigung der durch die Amputation erfolgten Einbuße am starren Hebelsystem, Gelenk und Muskeln. Sie sind alle mehr oder weniger modifiziert, nur die alles beherrschende Schwerkraft bleibt unverändert bestehen.

Es sollen nun im folgenden II. Teile erörtert werden:

## II. Die praktischen Leistungen und Erfolge.

a) In welcher Weise ist die Erfüllung oben aufgestellter vier Forderungen versucht worden?

Das ganze vielseitige Problem des Gehens mit dem künstlichen Bein hat sich im Laufe des Krieges zugespitzt zu dem Problem des künstlichen Kniegelenkes. Der früher gebräuchliche Stelzfuß wurde fast von Anfang an verschmäht und ein bewegliches Kniegelenk gefordert. Auch das künstliche Fußgelenk ist mit ein Teilproblem des künstlichen Kniegelenkes geworden. Es steckt in den zahlreichen Lösungsversuchen eine erstaunliche Summe von exakten Beobachtungen und geistreichen Erfindungen, daß darüber allein ein ganzes Werk geschrieben werden könnte. Aber nur wenige von den vielen fruchtversprechenden Ansätzen haben wirklich praktisch Früchte getragen. Die üppigsten Knospen dorrtten ein unter dem Reif der einfachsten täglichen praktischen Bedürfnisse.

Die Entwicklung des künstlichen Hüftgelenkes ist im Vergleich dazu sehr zurückgeblieben. Der Hauptgrund ist wohl darin zu sehen, daß ein selbständiges Hüftgelenk infolge der verhältnismäßig selten vorgenommenen Exartikulation nur in beschränkter Zahl notwendig wurde, während die Unsumme der Oberschenkelamputationen den Wetteifer für Kniegelenkskonstruktionen herausfordern mußte.

Wie schon im ersten Teile ausgeführt wurde, sind die Schwierigkeiten für ein normales Gehen bei Hüftexartikulierten ganz gewaltige, weil jeder Stumpfmotor für das Vorschwingen des künstlichen Beines fehlt. Dabei soll eigentlich sowohl das künstliche Hüft-, Knie- und Fußgelenk abwechselnd gebeugt, gestreckt und festgestellt werden! Es könnte wohl durch die ruckweise, nach vorn gedrehte Beckenhälfte das künstliche bewegliche Bein nach vorn geschleudert werden, wie man es manchmal bei einer totalen Lähmung des ganzen Beines bei spinaler Kinderlähmung sieht, aber als Standbein kann es dann nicht funktionieren, wenn es nicht im Augenblicke des beginnenden Vorschwingens des gesunden Beines im Hüftgelenk verriegelt wird. Ob auch bei dieser verzweifelten Aufgabe wir von der Sauerbruch-Methode etwas erhoffen können, scheint mir leider fraglich. Nur bei einem Patienten von HASSLAUER<sup>5)</sup> habe ich einmal beobachten können, das derselbe (höchste Oberschenkelamputation) mit beweglichem Bein ziemlich sicher mit nur einem Stock ging. HASSLAUER hatte dieselbe automatische Sicherung am Hüftgelenk angebracht, die er auch an seinem Kniegelenk gebraucht. Die meisten Prothesenverfertiger aber verzichten auf den Gang mit beweglichem Hüftgelenk und bringen Riegel an Hüft- und Kniegelenk an, die während des Gehens das Bein gerade feststellen. Die Patienten gehen dann wie mit einem fest angefügten Stelzbein. Ob es möglich ist, bei festgestelltem Hüft- und loseem Kniegelenk sicher zu gehen, muß die weitere Beobachtung lehren. Aber selbst wenn Hüft- und Kniegelenk beim Gehen verriegelt werden und das Hüft- und Kniegelenk nur deshalb beweglich konstruiert werden, um beim Sitzen gebeugt werden zu können, sind damit noch nicht alle Schwierigkeiten behoben. Es genügt oft nicht, nur ein seitliches Hüftgelenk in der Höhe der Hüftquerachse anzubringen, da dieses nicht genügende Festigkeit und Sicherheit gegen unwillkürliche Ab- oder Adduktion oder Rotation des künstlichen Beines gibt. Es ist deshalb noch eine zweite mediale Auflage für die Hüftfrontalachse in der Dammgegend gesucht worden. Das ist aber nur möglich, wenn das laterale Hüftgelenk ebenso tief heruntergerückt wird wie das mediale. Diese Konstruktion ist nur ausführbar, wenn das ganze Becken in einem gut sitzenden Beckenkorb eingeschlossen und die enukleierte Hälfte auch nach unten vollständig durch einen gewölbten Lederboden abgeschlossen ist. An diesem starren Beckenkorb wird dann lateral meistens ein Doppelgelenk und medial ein sagittal gerichteter Metallhalbkreis angefügt. Auf diesem oder in diesem Halbkreis läuft dann die mediale Oberschenkelstrebe auf einer vor- und rückwärts gleitenden Rolle. Außerdem ist die zwangsläufige Beuge- und Streckbewegung im Hüftgelenk oft noch durch einen Schulterriemen gesichert, der über eine Rolle an der medialen Oberschenkelhülse läuft. Wir kommen so zu der Konstruktion, wie sie DOLLINGER<sup>6)</sup> angewandt hat (vgl. Abb. 528—530).

Im Gegensatz dazu ist es HASSLAUER gelungen, bei seiner Skelettprothese mit einer Mittelstrebe auszukommen, die winkelig an einem starken Trochantergelenk befestigt ist. Durch diesen Beckenkorb entstehen aber wieder Unbequemlichkeiten beim Sitzen, wenn nicht darauf geachtet wird, daß die Hüftscharniere nicht zu tief gelegt werden.

Wenden wir uns nun zum künstlichen Kniegelenk!

Das künstliche Kniegelenk soll beim Vorschwingen gebeugt und im Moment des Aufsetzens des künstlichen Beines auf den Boden festgestellt werden und gegen Einknickung nach vorn gesichert sein, damit es nun in der nächsten Phase als Standbein funktionieren kann. Eine besondere Schwierigkeit liegt darin, daß die Feststellung nicht erst in vollständig gestreckter, sondern noch in etwas gebeugter Stellung erfolgen,

dabei aber noch eine weitere Streckung zulassen soll (vgl. Abb. 527 u. 596). Fast alle Prothesenbauer haben diese Aufgabe zu lösen gesucht, indem sie das Kniegelenk als Scharniergelenk konstruiert haben, wenn es auch oft unter anderer Form versteckt war. F. SCHEDE<sup>7, 8)</sup> hat versucht, die Konstruktion vom Scharniergelenk loszulösen und zu einem den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Gleitgelenk umzuwandeln. Damit hat sich die Lösung des Problems wesentlich aussichtsreicher gestaltet; denn ein wirklich normaler Gang ist unter Vernachlässigung des eigentümlichen Gleitens und Rollens des Unterschenkelteiles auf dem Kondylenteile des Oberschenkels unmöglich.

Beim Gang mit einem künstlichen Kniegelenk kommen nach F. SCHEDE regel-



Abb. 528.



Abb. 529.

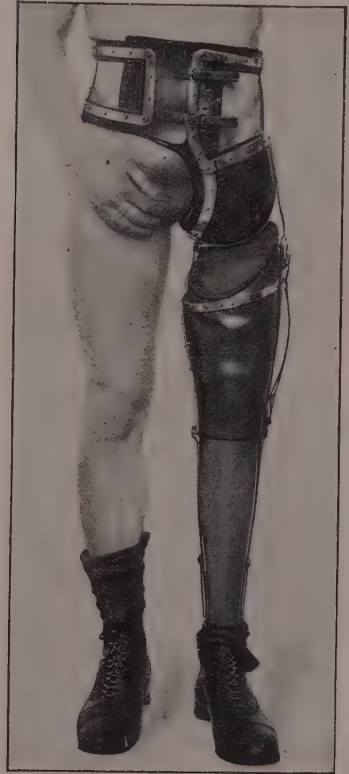


Abb. 530.

Abb. 528 · 530. Prothese bei Hüftexartikulation nach DOLLINGER.

(Aus Ersatzglieder und Arbeitshilfen, 1919, S. 298, Abb. 52—54.)

mäßig zwei kritische Momente des verhängnisvollen Einknickens nach vorn und damit des Hinstürzens vor:

1. wenn die vorgeschwungene Prothese mit der Ferse den Boden berührt, während der Schwerpunkt nach vorn wandert und damit das Knie nach vorn zu beugen strebt. Sobald in diesem Moment, indem die Prothese über das künstliche Fußgelenk sich nach vorn dreht, um als Standbein zu funktionieren, die Plantarflexion des Fußgelenkes ausbleibt, muß das Kniegelenk einknicken;

2. wenn nach Ablauf der senkrechten Stützfunktion bei rückwärts gerichteter Prothese der Fuß vom Boden abgewickelt resp. abgestoßen werden soll. Beim natürlichen Bein findet in diesem Augenblicke eine Überstreckung des Hüftgelenkes statt. Diese ist bei der gewöhnlichen Hülsenprothese nicht möglich, da der Stützpunkt und also auch der Drehpunkt am Tuber ischii zumeist so weit nach hinten liegt, daß der Stumpf gegen die Vorderseite des Stumpfköchers drückt und damit eine



Beugung im Hüftgelenk bewirkt und infolgedessen das Kniegelenk einknickt (vgl. auch für das Folgende Abb. 531, 532, 527 u. 596).

Diese beiden gefährlichen Momente hat man damit auszuschalten gesucht, daß man sowohl vom Fußgelenk wie vom Hüftgelenk aus Einfluß auf das Kniegelenk zu gewinnen suchte. Das erste war, daß man das Fußgelenk in mäßiger Plantar-

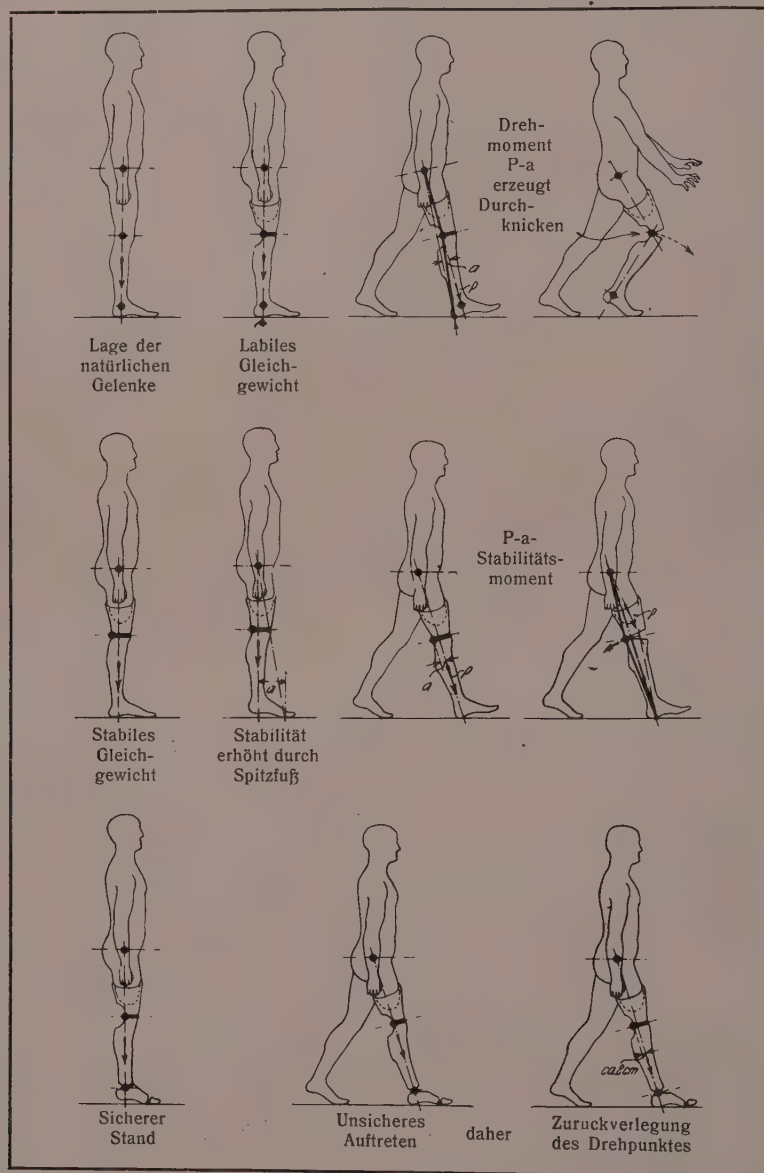


Abb. 531. Haltungs- und Gangtypen von Prothesenträgern.

(Aus Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1917.)

flexion, also mäßiger Spitzfußstellung, fixierte, resp. die Dorsalflexion des Fußgelenkes möglichst hinderte (SCHANZ). Dadurch wird in der Tat das Einknicken des Knies im ersten kritischen Moment verhindert. Dieser Erfolg kann aber nur erkaufte werden durch den großen Nachteil, daß nun die Fußspitze nicht genügend vom Boden wegkommt und beim Vorschwingen leicht hängen bleiben kann. Es muß dann wegen dieser Verlängerung des Beines entweder die Beckenseite des Schwungbeines mehr

als normal gehoben oder das Knie noch mehr gebeugt werden oder das Schwungbein wie beim Stelzfuß zirkumduziert werden.

Den zweiten kritischen Moment hat SCHEDE dadurch auszuschalten gesucht, daß er die allgemein übliche Belastung der Prothese durch das Tuber ischii am hinteren Köcherrand aufgab und einen halbseitigen fest anliegenden Beckenkorb

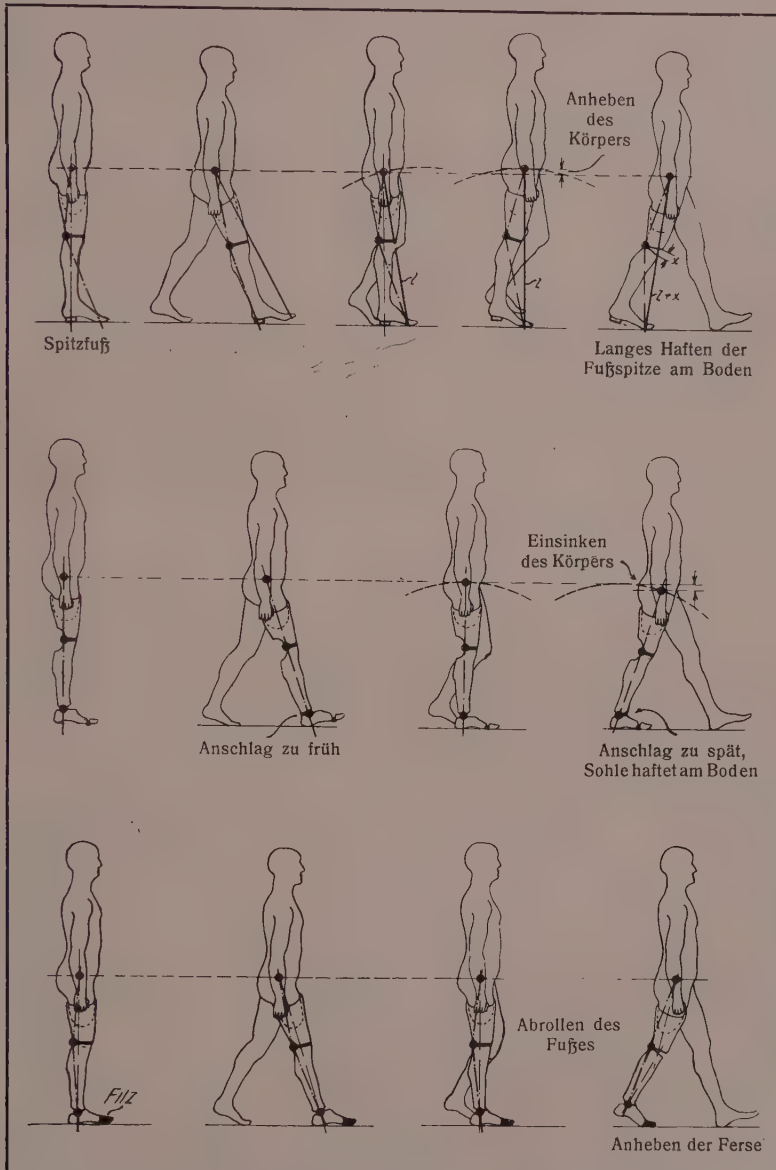


Abb. 532. Haltungs- und Gangtypen von Prothesenträgern.

(Aus Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1917.)

konstruierte, an dem das künstliche Bein in der Hüftquerachse eingelenkt wurde. Damit wurde sowohl der Dreh- wie der Unterstützungspunkt der Prothese mehr nach vorn an die normale Stelle gelegt. Außerdem führte er das sog. Gelenkviereck ein. Dieses ist so gebildet, daß er hinter der mechanischen Oberschenkelachse noch eine ungefähr parallele Strebe anbrachte, die in der Gegend des Tuber ischii am Beckenkorb und unterhalb des Kniegelenkes an der mechanischen Unterschenkel-

achse in der Höhe des Pes anserinus gelenkig verbunden ist (vgl. SCHEDES Abb. 533 u. 534).

Es ersetzt diese Strebe einigermaßen die Wirkung der pelvikruralen Muskeln (vgl. S. 759) und sichert die Einknickung des Knies. Außer dieser SCHEDESchen Lösung

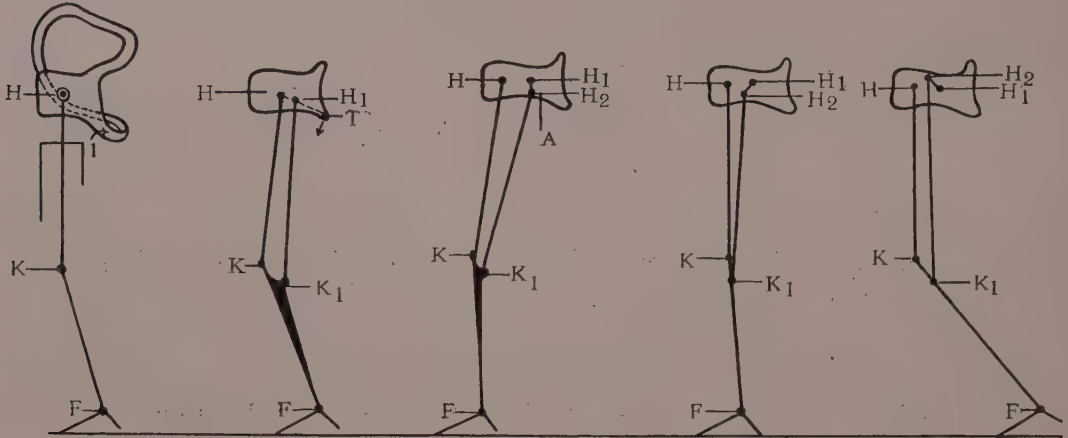


Abb. 533. SCHEDES „Aktives Kunstbein“.

(Aus Münchener Med. Wochenschrift, 1918, Nr. 23.)

dieses Problems mit mechanischen Hilfsmitteln verspricht auch die Sauerbruchsche, Methode eine günstige Lösung, wenn es gelingt, die Reste der pelvikruralen Muskelgruppe in diesem Sinne dienstbar zu machen. Die Muskelschlinge müßte zu diesem



Abb. 534. SCHEDES  
Aktives Kunstbein.

(Aus Münchener Med. Wochenschrift, 1918, Nr. 23.)

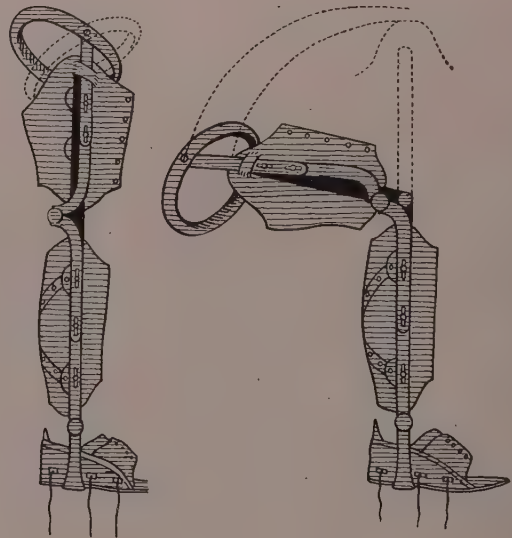


Abb. 535.

Abb. 536.

Abb. 535 u. 536. HOEFTMANN'S Rückverlagerung  
der Kniequerachse.

(Aus Archiv für klin. Chirurgie, Bd. 69.)

Zwecke am Unterschenkel der Prothese unterhalb des Knies (in der Gegend des Pes anserinus) angreifen.

Außer diesen beiden indirekten physiologischen Sicherungen des Knies vom Fuß- und Hüftgelenk aus sind noch eine Reihe anderer Konstruktionen gemacht worden.



Die ältere und am meisten angewandte Methode ist die von HOEFTMANN<sup>9)</sup> seit 1888 propagierte Verlagerung der Achse des künstlichen Kniegelenkes 3—4 cm nach hinten. Die HOEFTMANNSche Methode hat, besonders bei den sog. Behelfsmethoden, großen Nutzen gebracht und die ganze Prothesentechnik gewaltig gefördert. Ihr ist es besonders zuzuschreiben, daß die frühere Stelzbeinmethode im allgemeinen ver-

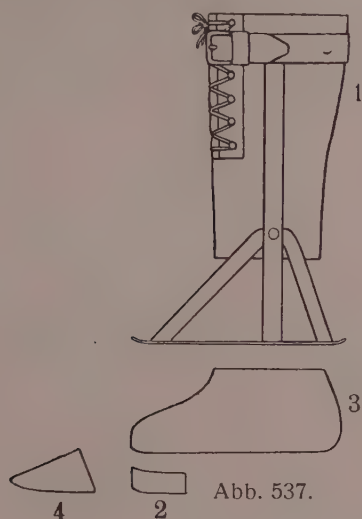


Abb. 537.

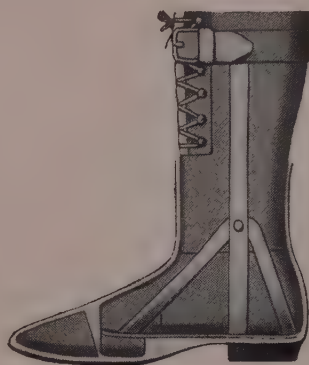


Abb. 538.

Abb. 537 u. 538. HOEFTMANNS Fußplatte.  
(Aus Zeitschrift für orthopädische Chirurgie, XXIV.)

lassen worden ist und die Prothesenträger von vornherein gelernt haben, mit beweglichem Kniegelenk zu gehen, so daß das alte Stelzbein nur noch in ganz besonderen Fällen angewandt wird, bei denen es vor allem auf eine absolute Standfestigkeit ankommt. Besonders SPITZY hat diese Prothesenform in seinen großen Lazaretten angewendet und weiter entwickelt (vgl. Abb. 535 u. 536, 588—590).



Abb. 539.



Abb. 540.



Abb. 541.



Abb. 542.

Abb. 539. Das Kniegelenk entlastet.

Abb. 540. Das Kniegelenk bei der Belastung (festgestellt).

Abb. 541. Das Kniegelenk beim Beginn der Belastung. (In dieser Stellung, also bei noch nicht völliger Streckung kann als weitere Folge der Belastung nur die Feststellung kommen.)

Abb. 542. Das Kniegelenk in völliger Beugung. (Aus Schaefer, Ein neues Kunstbein.)

Abb. 539—542. SCHAEFERS künstliches Kniegelenk.

Die genial einfache Rückverlagerung der Kniefrontalachse hat aber auch ihre Nachteile. Sie gibt erstens keine absolut sichere Verhütung des Einknickens, weil bei der Beugung des Kniegelenkes naturgemäß eine Verlängerung des Unterschenkels resp. des ganzen Beines eintritt und dadurch beim Vorschwingen die Fußspitze am Boden hängen bleibt und nun erst recht ein Einknicken nach vorn stattfindet. HOEFTMANN hat diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen gesucht, daß er an Stelle

des beweglichen Fußgelenkes eine kurze Fußplatte, deren vorderes Ende leicht aufgebogen ist, angesetzt hat (vgl. Abb. 537 u. 538, 590—593). Für die Behelfsprothesen



Abb. 543. SCHAEFERS Skelett-Prothese.  
(Aus Schaefer, „Ein neues Kunstbein.“)



Abb. 546. Nach Montierung mit Lederstulpen.



Abb. 544.



Abb. 545.

Abb. 544 u. 545. Skelettprothese mit Aufhängungs- und Führungsriemen.

hat sich diese Methode ganz ausgezeichnet bewährt, beim definitiven Kunstbein wirkt sie aber sehr unschön und wird infolgedessen von vielen Prothesenträgern verschmäht.

Neben der HOEFTMANNschen Rücklagerung der Achse sind dann sehr bald Konstruktionen angestrebt worden, die auf eine beliebige Feststellung des Knies

abzielten, indem man annahm, daß die gefürchteten Stürze vermieden werden könnten, wenn das Kniegelenk fest arretiert würde.

Die einfachste und sicherste ist die schon lange verwendete Verriegelung des Kniegelenkes mit der Hand. Es wurden verschiedene Vorrichtungen eingebaut, die mit der Hand bedient werden und das Kniegelenk für das Gehen in gerader Stellung feststellten, beim Sitzen aber lösten. Diese Prothesen funktionierten aber schließlich nicht anders als kaschierte Stelzbeine, und man war gezwungen, um die bekannte unschöne Zirkumduktion des steifen Beines zu vermeiden, die Prothese wesentlich kürzer als das gesunde Bein zu machen. Es entsteht dann der eigentümlich hüpfende, hinkende Gang. Der nächste Schritt auf dem Wege des Prothesenbaues war dann die Anwendung der automatischen Kniebremse.

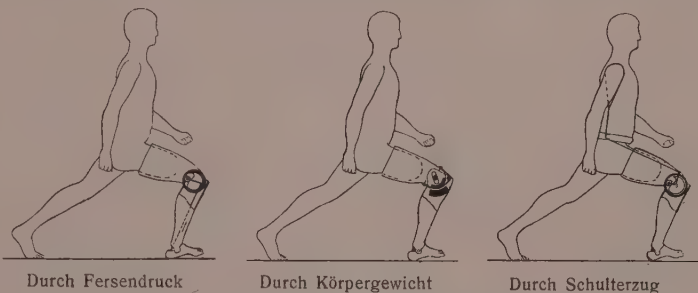


Abb. 547. Willkürliche Kniegelenkbremmung.

BINGLER, HASSLAUER<sup>10)</sup> und SCHAEFER<sup>11)</sup> haben Konstruktionen angegeben, die automatisch das belastete Knie in Streckstellung feststellten. Sie kommen darauf hinaus, daß während des unbelasteten Vorschwingens das Kniegelenk frei beweglich ist, im Moment der belasteten Streckung aber durch eine „Fallenkonstruktion“ festgestellt wird. Sobald das Kniegelenk in vollständiger Streckstellung belastet wird, funktionieren diese Apparate ausgezeichnet, der kritische Moment ist aber die unwillkürliche Belastung in gebeugter Stellung oder kurz vor der senkrechten Stellung (Abb. 539—545). In diesem Augenblicke kann das Einknicken eintreten und ist desto verhängnisvoller, weil die Patienten bei Ablenkung der Aufmerksamkeit den rechten Moment der Streckstellung versäumen oder mit der Fußspitze hängenbleiben und nun nicht mehr schnell genug den Unterschenkel vorschwingen können und niederstürzen müssen. Trotzdem ist es erstaunlich zu beobachten, wie viele Prothesenträger mit dem Schaeferbein sicher gehen. Sie alle rühmen die elastische Federung des Kniegelenkes und die dadurch bedingte Schonung vor Stößen.

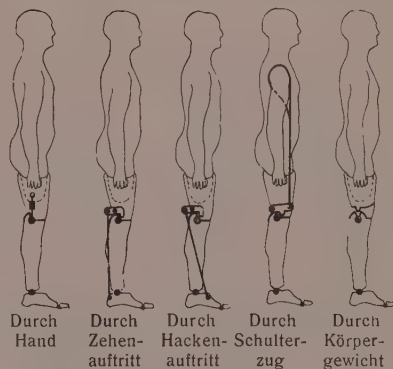


Abb. 548. Betätigung der Kniegelenkfeststellung.

(Aus Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1917.)

Die nächste Etappe ist die Bestrebung der Bremsung des Knies nicht nur in gestreckter Stellung, sondern in jeder beliebigen, auch gebeugten Stellung. Dieses Problem ist bearbeitet durch ENGELS, FISCHER (Preßburg), HANAUSEK, ROSSET, SONKUP (Karlsbad), SANDERS usw. Die Kniegelenksbremsung wurde ausgelöst entweder bei Belastung der Ferse oder der Fußspitze oder Dorsalflexion oder Schulterzug und arretierte nun durch Bremsklötze, Nasen oder Bremsbänder usw. das Kniegelenk. Notorisch wurde dadurch das Kniegelenk festgestellt. Der Hauptnutzen, Sicherung vor Stürzen, trat aber nicht ein, im Gegenteil, die Patienten stürzten nun oft und noch viel schwerer über das steifgestellte Kniegelenk mit viel größerem Schwung meistens aufs Gesicht und zogen sich infolge des unnachgiebigen Beines noch anderweitige Verletzungen am Stumpf usw. zu. (Vgl. Abb. 547—555.)

Wie schon oben gesagt war, haben die meisten Prothesenbauer das Kniegelenk als Scharniergelenk konstruiert (vgl. Abb. 556, 557). In Wirklichkeit aber ist das Kniegelenk



ein Gleitgelenk, d. h. die Tibiagelenkfläche gleitet bei der Beugung nach hinten, bei der Streckung nach vorn, die Gelenkquerachse wandert also bei der Beugung von vorn nach hinten. Diese Bewegung wird ermöglicht durch die eigentümlich parabolische Kurve der unteren Femurkondylenfläche. BRATZ hat schon vor mehr als 20 Jahren bei der Konstruktion seiner seitlichen Schiene zur Bekämpfung der Kniegelenkskontraktur

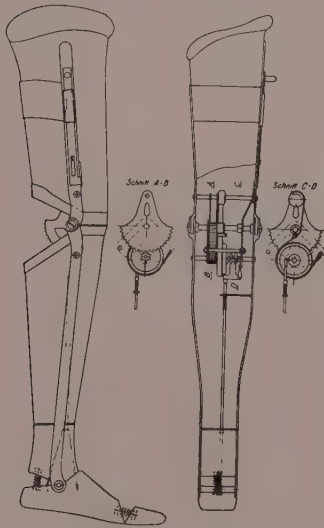


Abb. 549. Kniebremse  
nach SONKUP-Karlsbad.  
(Aus Zeitschrift des Vereins  
deutscher Ingenieure, 1917.)

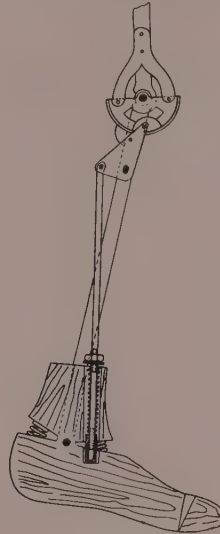


Abb. 551.

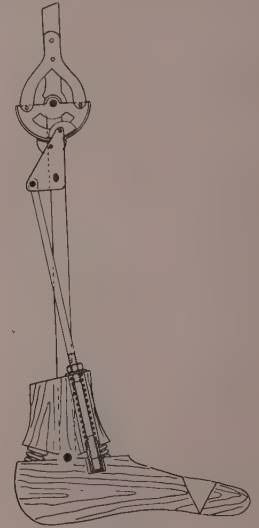


Abb. 552.

Abb. 551 u. 552. Kniebremse nach FISCHER-Preßburg.

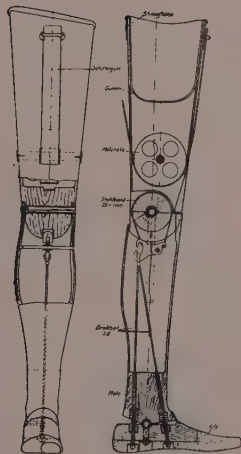


Abb. 550. Kniebremse  
nach ROSSET.

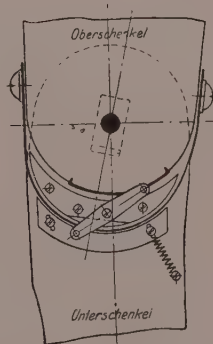


Abb. 553.

Abb. 553 u. 554. Kniebremse nach ENGELS.

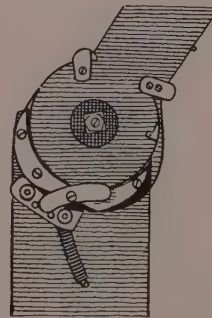


Abb. 554.

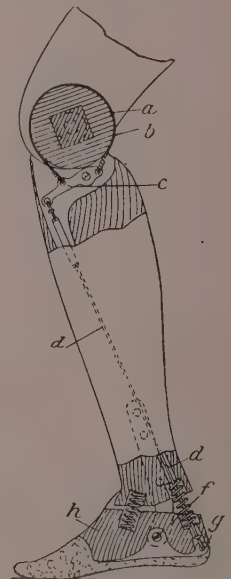


Abb. 555.

(Aus Zeitschrift für ortho-  
pädische Chirurgie Bd. 39.)

auf dieses wichtige Moment hingewiesen. SCHEDE<sup>8)</sup> hat nun in Zusammenarbeit mit seinem Mechaniker HABERMANN diese wichtigen anatomischen Verhältnisse nutzbar gemacht für seine neuesten Prothesen und hat die gegebenen Verhältnisse nachgeahmt, indem er an diese natürlich nachgeahmten Gelenkkörper das HABERMANNsche Gelenkviereck angebracht hat. Dadurch hat er mit einem Schlage auch die HOEFTMANNsche Rückverlagerung der Gelenkachse mit ausnutzen können (Abb. 558).

Die Bewegungen dieses künstlichen Kniegelenkes spielen sich infolgedessen fast genau so ab wie beim natürlichen, und er hat dadurch einerseits freie Beweglichkeit, andererseits bessere Standfestigkeit erreicht. Das Bein kann, wie beim natürlichen Gang, leicht gebeugt aufgesetzt und dann beim Abwickeln gestreckt werden. Der Schritt kann infolgedessen auch auf der Seite des Kunstbeines genau gleich lang dem des gesunden werden. Dadurch fallen der jambische Takt und die steilen Gipfel der sagittalen Gangkurve weg. Ich habe selbst solche Kunstbeinträger beobachten und dabei immer wieder den sicheren, unauffälligen und elastischen Gang feststellen können. Auf diese Weise ist ein großer Fortschritt in der Prothesentechnik erreicht worden.

Wenn dieses Resultat auch zum größten Teile durch das neue künstliche Kniegelenk erreicht worden ist, spielt dabei aber auch die veränderte Konstruktion des Fußgelenkes eine Rolle, zu dessen Konstruktion wir uns nun wenden.

Sie ist im Verhältnis zum Kniegelenk viel einfacher und leichter zu übersehen. Wenn es sich darum handelt, nur ein Fußgelenk zu ersetzen, ist das Problem als gelöst anzusehen, in Verbindung mit einem künstlichen Kniegelenk aber mit größeren Schwierigkeiten verbunden.

Im Verhältnis zum Kniegelenk ist die Bewegung des Fußgelenkes eine viel mannigfaltigere. Dort kommen hauptsächlich Beugung und Streckung in Frage, hier haben wir Dorsal- und Plantarflexion, Pronation und Supination, Abduktion und Adduktion. Von diesen werden die Flexionsbewegungen im Talokrural- oder oberen Sprunggelenk, die anderen im unteren Sprunggelenk und im Chopartschen Gelenk und in der Kombination dieser Gelenke ausgeführt. Es zeigt sich nun in der Entwicklung der Konstruktion des künstlichen Fußgelenkes eine merkwürdige Differenz mit dem des künstlichen Kniegelenkes. Während man beim künstlichen Kniegelenk sehr frühzeitig sich auf ein reines Scharniergelenk festgelegt hat, sind beim künstlichen Fußgelenk sehr bald konstruktive Bestrebungen zu erkennen, die hier allen Bewegungsmöglichkeiten Rechnung zu tragen und infolgedessen sehr komplizierte Apparate zu bauen suchen. Es ist erstaunlich, wieviel geistreiche Konstruktionen hier vorliegen. Der Grund für soviel „unnötige“ Arbeit kann, wenn wir nicht einen gewissen naiven Nachahmungstrieb selbst für unproduktive Schöpfungen annehmen wollen, nur in der Beobachtung gefunden werden, daß beim Gehen auf unebenen Wegen die reinen Dorsal- und Plantarflexionen das Anschmiegen des Fußes an die Terrainunebenheiten vermissen ließen. Aber diese in verschiedenen Achsen drehbaren Universalgelenke haben sich am künstlichen Fußgelenk nicht bewährt. Man muß von vornherein Abstand nehmen, ein Bein schaffen zu wollen, das, wie das normale, sich allen Verhältnissen anpassen kann. Ein solches Universalbein läßt sich künstlich nicht nachschaffen, wenn wir nicht zum Stelzbein zurückkehren wollen, das zwar unter alten Verhältnissen die Fortbewegung gewährleistet, dafür aber auch alle feineren und bequemeren Funktionen vermissen läßt. Das gewöhnliche Stelzbein hat nun in bezug auf den Fuß folgende große Nachteile:

Es fehlt das federnde Abwickeln des Fußes,  
das untere Ende des Stelzfußes dringt zu tief im lockeren Boden ein und  
die Unterstütsungsfläche ist zu klein.

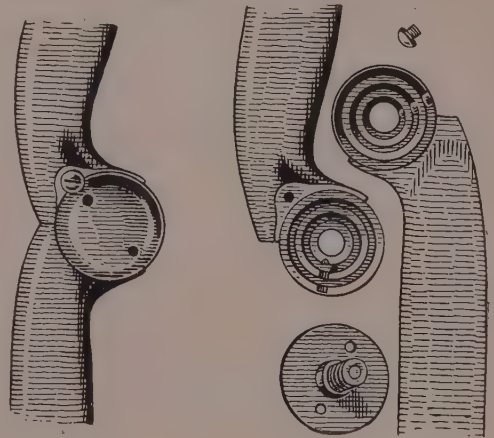


Abb. 556.

Abb. 557.

Abb. 556 u. 557. Gefrästes Kniescharniergelenk.  
(Aus einer Werbeschrift des Fabrikanten.)

Diesem Stelzfuß gegenüber ist die HOEFTMANNsche Fußplatte als wesentlicher Fortschritt zu begrüßen. Diese Fußplatte ist ungefähr  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  so groß als eine normale Fußfläche, rechtwinkelig fest an den beiden Seitenstreben befestigt und am Vorderrande leicht aufgebogen (vgl. Abb. 537, 538, 559, 590—593). Sie gibt eine gewisse Abwickelungsmöglichkeit und eine genügende Standfestigkeit und vermeidet ein tieferes Eindringen in weichen Boden. Demgegenüber fehlt aber das elastische Nachgeben beim Auftreten und weicht ihre Gestalt doch allzusehr und zu auffallend von der normalen Fußform ab.

Die elastische Abwickelungsmöglichkeit des Kunstfußes hat man durch zwei Konstruktionstypen zu erreichen gesucht, einerseits durch ein Scharniergelenk in der Knöchel- und Sohlengegend mit genügender Dorsal- und Plantarflexion, andererseits durch Anfügung eines Fußes ohne Scharniergelenk aus elastischem Material (Filz oder Vollgummi), das in sich an beliebigen Stellen dem Belastungsdruck nach-

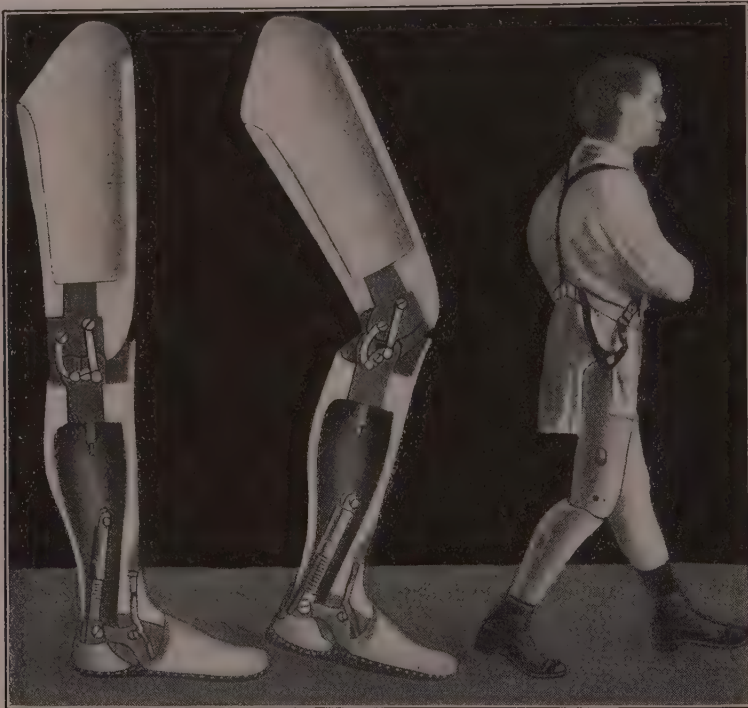


Abb. 558. Physiologisches Kniegelenk nach SCHEDE-HABERMANN.

(Aus Münchner Med. Wochenschrift, 1921, Nr. 7.)

gibt, aber doch genügende Standfestigkeit verleiht. Dem Scharniergelenk hat man dadurch größere Standfestigkeit zu geben gesucht, daß man das frei bewegliche Scharniergelenk vorn und hinten durch abgestimmte Federn oder durch elastische Puffer in seiner Bewegung einschränkte (vgl. Abb. 560—567). Durch diese Maßnahmen war schon viel erreicht, aber unbefriedigend erschien dabei immer noch, daß ein solches Scharniergelenk keine Supination und keine Pronation zuließ, die für manche Fälle bei Bodenunebenheiten sehr erwünscht ist. Man suchte nun Prothesen durch Einbau eines Kugelgelenkes zu bauen. Wenn auch theoretisch das eine annehmbare Lösung war, so hat sie sich praktisch nicht bewährt, weil sie auf Kosten der Standfestigkeit geht und die Ursache der Unsicherheit und Stürze wurde. Dadurch wurde es klar, daß man Flexionsbewegungen und Pronationsbewegungen nicht demselben künstlichen Gelenke anvertrauen durfte. Infolgedessen konstruierte SCHEDE einen Fuß, der die Pronationsbewegung vor das künstliche Fußgelenk legte. Diese neue Konstruktion scheint bisher die billigen Erwartungen zu erfüllen.



Solange es sich darum handelt, bei einer Unterschenkelamputation ein künstliches Fußgelenk zu schaffen, kann man die Aufgabe wohl als praktisch gelöst ansehen. Schwieriger gestaltet sich aber das Problem, wie schon oben gesagt ist, wenn schon an Stelle des natürlichen Kniegelenkes ein künstliches vorliegt. Wir haben schon



Abb. 559. Behelfs-  
prothese nach HOEFMANN.  
(Aus Zeitschr. f. orthop. Chir., XXIV.)

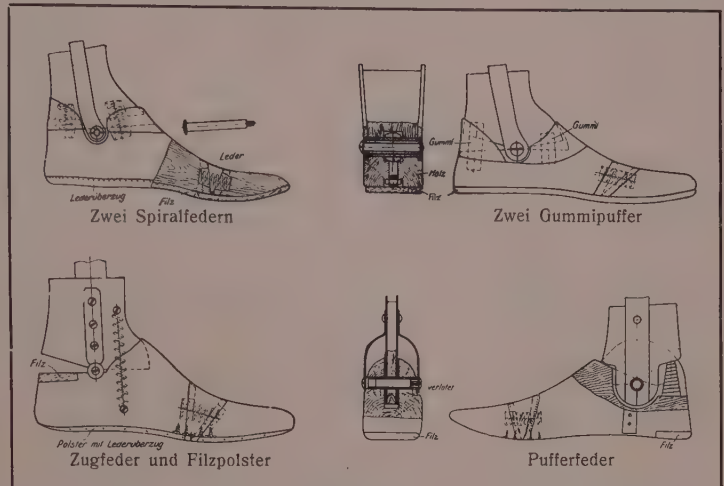


Abb. 560. Füße mit Knöchelgelenk und Sohlengelenk.  
(Aus Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1917.)

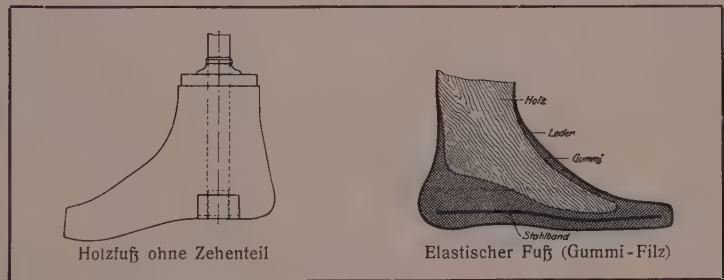


Abb. 561. Künstliche Füße ohne Gelenke.  
(Aus Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1917.)



Abb. 562.



Abb. 563.

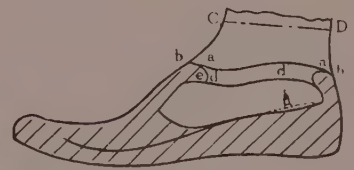


Abb. 564.

Abb. 562–564. Künstliche Füße.

oben gesehen, daß das künstliche Kniegelenk vom Fuß aus beeinflußt wird oder beeinflußt werden muß. In Wirklichkeit stehen beide Gelenke durch zweigelenkige Muskeln in Korrelation zueinander. Das ist der eigentliche Grund für die wunderbar abgestimmte Funktion der natürlichen Gelenke. Diese Korrelation hat man auf verschiedene Weise herzustellen gesucht. Die einfachste war aus der Beobachtung

gewonnen, daß die Einknickung des Knies nach vorn verhindert werden kann durch eine relative Spitzfußstellung (vgl. Abb. 531 u. 532). Diese verblüffend einfache Lösung hat aber die Nachteile, daß 1. ein so gestellter Fuß Schwierigkeiten bei dem Vorschwingen macht, leicht hängenbleibt und dann gerade den Sturz durch Einknicken



Abb. 565.



Abb. 566.



Abb. 567.

Abb. 565—567. Fußgelenk nach SCHAEFER.  
(Aus Schaefer, Ein neues Kunstbein.)

herbeiführt, der vermieden werden sollte; 2. kann man mit einem solchen Spitzfuß schlecht bergauf gehen und Treppen steigen. Man versuchte nun die Korrelation zwischen Fuß und Kniegelenk dadurch herzustellen, daß man eine eingelenkte Strebe

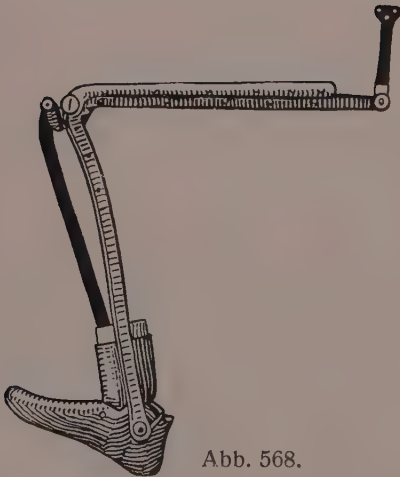


Abb. 568.



Abb. 569.

Abb. 568 u. 569. Hebelsteuerung nach JAKS.  
(Aus einer Werbeschrift der Firma.)

zwischen Fuß und künstlichen Oberschenkel herstellte, so daß die Kniebeugung zwangsläufig mit Dorsalflexion des Fußes verbunden war (JAKS). Aber auch diese geniale Idee hat kein praktisch brauchbares Resultat ergeben, weil der bei Streckung des Kniegelenkes auftretende, ungelinkte Spitzfuß die Vorwärtsbewegung erschwert (Abb. 568 u. 569).

Ein anderes, viel angewandtes Verfahren ist der sog. Führungsriemen. Vom Fußrücken geht ein Riemen über das Kniegelenk nach der Schulter. Dieser Riemen wird bei bestimmten Stellungen des beweglichen schwingenden Beines angespannt und bringt dadurch das Knie in Streckung und den Fuß in Dorsalflexion (vgl. Abb. 570 u. 571, 544 u. 545 und auch 572 u. 573).

Im großen und ganzen scheint mir das Problem des künstlichen Fußes durch das elastisch abgestimmte Knöchelscharniergelenk oder durch den elastischen MARX-Fuß in Verbindung mit dem Führungsriemen befriedigend gelöst zu sein. Die Hauptrolle spielt das künstliche Fußgelenk, während bei der Gestaltung der Form des Fußes keine Schwierigkeiten vorliegen. Wenn guter Gummi oder Blockfilz vorhanden



Abb. 570. Montierte Skelettprothese mit Schultertraggurt und Führungsriemen.

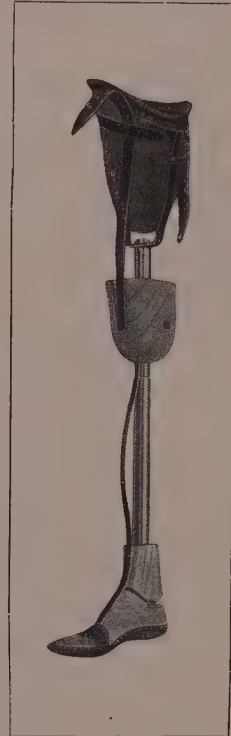


Abb. 571. Skelettprothese mit Holzknie, Führungsriemen und Tuberpolster.

(Aus Schaefer, Ein neues Kunstbein.)

ist, sind wohl die verschiedenen Bestrebungen nach allerlei Gelenken, außer dem Kniegelenk, als entbehrlich anzusehen.

Es bleibt noch übrig, über den Ersatz des Fußes beim Pirogow, Chopart und Lisfranc zu sprechen. Er ist nicht etwa nur aus kosmetischen Gründen wünschenswert, wie manche annehmen möchten, sondern er ist zur Erzielung eines müheloseren und elastischeren Ganges, also zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit (Ausdauer) notwendig. Wie im ersten Teile ausgeführt wurde, vernichtet die Pirogowsche Amputation vor allem die Abwicklungsfähigkeit des Fußes. Das belastungsfähige Unterschenkelende kann nur stapfend wie ein Stelzbeinende aufgesetzt werden und muß deshalb zu viel früherer Ermüdung führen. Es ist also ein Bedürfnis vorhanden, einen elastischen Fuß anzufügen. Es bestehen dabei gewisse Schwierigkeiten. Die Einfügung eines künstlichen federnden Knöchelgelenkes, wie wir es oben bei den Unterschenkelamputierten kennengelernt haben, ist nicht möglich, weil der Stumpf zu lang ist und infolgedessen das Scharniergelenk zu tief gelegt werden muß. Am besten



hat sich der elastische Marx-Fuß mit einer gut sitzenden Hülse bis zum Knie oder die Verlagerung des Gelenkes wie beim Dollinger-Fuß bewährt (vgl. Abb. 574—577).

Noch ungünstiger liegen die Verhältnisse beim Chopart. Bei ihm ist zwar das Fußgelenk erhalten, funktioniert aber meistens nur in höchst unvollkommener Weise, weil die Fußwurzel in Spitzfußstellung mehr oder weniger fixiert ist. Dadurch erfolgt das Auftreten auf der vorderen Amputationsfläche, die fast stets empfindlich ist und den längeren Druck nicht verträgt. Diese unelastische Spitzfußstellung macht den Nutzen dieser Amputationsmethode illusorisch. Oft ist man zu Nachoperationen gezwungen. Man wird dieselbe Prothese wie beim Pirogow verwenden, muß aber auf Schwierigkeiten, die sich aus der Spitzfußstellung ergeben, gefaßt sein. Beim Lisfranc wird man durch eine elastische Sohle mit vorgesetzter Blockfilzspitze



Abb. 572.

Abb. 573.

Abb. 572 u. 573. Willkürliche Steuerung des Unterschenkels mittels Schultergurten.  
(HASCHKE-DAEHNE).

(Aus einer Werbeschrift des Fabrikanten.) † Deutsche Kunstgliedergesellschaft, Berlin-Schöneberg.

kosmetisch und funktionell guten Erfolg haben. Die Sohle wird am besten durch einen Lederstrumpf von weichem Leder am Fuß befestigt. Eine elastische Sohle mit Blockfilzspitze wird auch beim Verlust der Zehen zweckmäßig sein, vor allem um die ungern vermißte Federung der großen Zehe zu ersetzen.

Wir kommen nun zu der Frage, wie das künstliche Bein am Körper befestigt werden kann. Dabei muß — wie schon im ersten Teile ausgeführt ist — folgendes berücksichtigt werden. Jede, auch die bestsitzende Prothese, ist mit dem Stumpf nur pseudarthrotisch verbunden. Selbst bei direkt belastungsfähigen Stümpfen besteht an der Stelle der Anfügung des Stumpfes immer die Neigung zur Dislocatio ad axin, ad longitudinem und ad peripheriam. Es ist dabei allerdings ein großer Unterschied, ob nur ein künstlicher Fuß oder ob ein ganzes künstliches Bein beim Verlust des größten Teiles des Oberschenkels anzubringen ist. Im ersten Falle stehen uns lange Hebelarme zur Verfügung, an denen sich die Prothese verhältnismäßig unverrückbar befestigen läßt, im letzten Falle haben wir nur den knöchernen Beckenring mit

verhältnismäßig kurzem Hebelarm, an dem eine lange Prothese fest verankert sein soll. Nach dem derzeitigen Stande der orthopädischen Chirurgie ist eine direkte Befestigung der Prothese an der mechanischen Achse des Stumpfes nicht möglich. Es ist zwischen diese und die Prothese ein nachgiebiges, sehr sensibles und vulnerables Gewebe, Haut, Unterhautfettgewebe, Muskel- und Nervengewebe eingeschaltet, das nur einen gewissen Druck verträgt, besonders, da es meist auch noch narbig verändert ist.



Abb. 574.



Abb. 575.



Abb. 576.

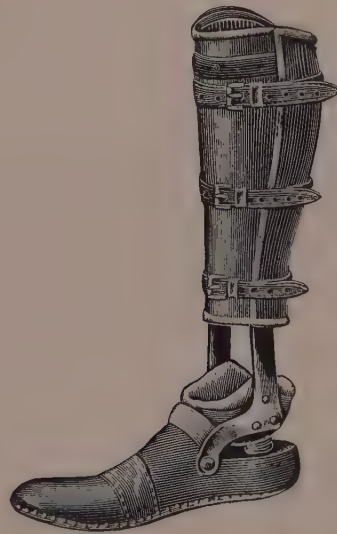


Abb. 577.

Abb. 574—577. Verschiedene Pirogoffprothesen.

(Aus einer Werbeschrift des Fabrikanten.)

Eine gewisse Ausnahme machen nur die Stümpfe, die nach dem Verfahren von SAUERBRUCH direkt mit der Prothese verbunden sind. Diese erlauben neben willkürlicher Bewegung der Prothese eine Aufhängung der Prothese direkt an den Weichteilen und damit einen gewissen Schutz gegen die Dislocatio ad longitudinem, weniger gegen die Dislocatio ad peripheriam, gar nicht ad axin.

Beachtenswert ist die Befestigungsmethode, die GÖTZE<sup>12)</sup> bei einem Ellbogenschlottergelenk angewandt hat. Hier wurde der zwangsläufige, unverrückbare Sitz des Schienenhülsenapparates dadurch gewährleistet, daß zwischen Trizepssehne und hinterer Humerusseite ein Querbolzen oder eine Lederschlinge durchgeführt wurde, die in einem mit Haut gut ausgefüllten Schlitz ruhten. Dieser Bolzen gab das



Abb. 578. Anmodellierung der Gipsmatrize am Stumpf und Tuber.  
(Aus Schaefer, Ein neues Kunstbein.)

Widerlager ab für die notwendige Distraction zwischen Unter- und Oberarm. Möglicherweise ist diese Methode auch am Bein mit Modifikation zu verwenden. Hautschlitze zur Befestigung kurzer Stümpfe an die Prothesen sind oft verwendet worden, z. B. von L. DREYER.

Im großen und ganzen aber werden die verschiedenen Dislokationsneigungen nur durch möglichst lange Hebelarme, die meistens noch über die benachbarten Gelenke hinausgehen müssen, vermieden werden können. Außer den richtig angebrachten Hebeln kommt noch die Reibung an möglichst großen Hautflächen und das Anstemmen an hervorragenden Knochenvorsprüngen in Betracht. Ein Verfahren, das besonders DOLLINGER<sup>13)</sup> seit vielen Jahren für seinen Schienenhülsenapparat gebraucht hat. Ferner stehen noch Aufhängevorrichtungen zur Verfügung, die als Widerlager das Becken oder die Schultern benutzen. Alle Befestigungsvorrichtungen laufen dahin hinaus, daß der Stumpf in einer mehr oder weniger starren Hülse von modifizierter Trichterform steckt, mit der die übrige Prothese unverschieblich fest vereinigt ist. An der Hülse sind am proximalen Teile die Aufhängevorrichtungen, am distalen die tragenden und beweglichen Teile der Prothese angebracht.

Für die zweckmäßige Ausgestaltung der Hülse liegen zahlreiche Konstruktionen vor. Allen gemeinsam ist die mögliche genaue Anpassung des Hohlraumes der Hülse an die Form des Stumpfes. Das hat dazu geführt, daß jetzt gefordert werden muß, daß zunächst einmal erst eine genaue Matrize vom Stumpf durch ein Gipsnegativ genommen wird. Der Ausguß des Gipsnegativs wird dann dazu verwendet, die Höhlung der Hülse konform zu gestalten. Das geschieht am einfachsten durch das Walkverfahren der Lederhülse, die dann durch eingeführte Stahlschienen versteift

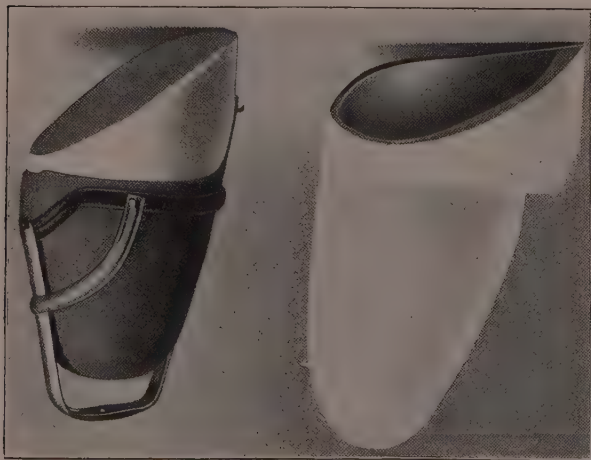


Abb. 579. Stumpfmatrize und darüber gewalkter Stumpfköcher mit Schienenbefestigung.  
(Aus Schaefer, Ein neues Kunstbein.)

wird. GOCHT<sup>1)</sup>, SCHAEFER<sup>14)</sup>, BLUMENTHAL, HANAUSECK haben diese Methode besonders ausgebaut (vgl. Abb. 578—580). Die Vorzüge dieser Lederhülse sind leicht einzusehen, vollständige, selbst in schwierigen Fällen genaue Komformität, leichte und sichere Herstellung, genügende Stabilität. Nachteile: Diese Hülsen müssen gefüttert werden, um das Durchscheuern des empfindlichen Stumpfes an der rauhen und starren Innenfläche zu beheben. Durch das unvermeidliche Schwitzen wird das Leder oft weich, verbiegt und verzieht sich und verliert einen Teil seiner Stabilität; es siedeln



sich alle möglichen Pilze an, wodurch es zu Zersetzung und übletem Geruch kommt. Diesen Übelstand hat man zu vermeiden gesucht, indem man eine eigene Innenhülse aus weichem Leder angebracht hat oder den Stumpf durch waschbare Stumpfstrümpfe zu schützen suchte. Hierzu kam, daß das Leder sehr teuer und oft nicht zu beschaffen war. Infolgedessen hat man anderes Material verwendet, zunächst Holz. Diese ganz aus weichem Holz (Weiden, ROSENFELDER) genau gefertigten Hülsen haben sich sehr gut bewährt und werden von allen Prothesenträgern gerühmt wegen des angenehmen Tragens, der großen Stabilität und der geringen Abnutzung. Der Nachteil dieser Hülsen ist aber die Schwierigkeit der genau passenden Form. Es gehören dazu gewissermaßen künstlerisch begabte Arbeiter, und die Anfertigung selbst in deren Händen ist sehr zeitraubend. Man hat dann mit Hülsen aus Furnierholzplatten, die in ähnlicher Weise wie die Lederhülsen hergestellt werden, die Vorzüge des Holzes mit denen des Leders zu vereinigen gesucht. Große Verbreitung hat aber diese Methode trotz gewisser Vorzüge nicht erlangt. Außerdem hat man versucht, aus Platten von Leichtmetall verstellbare Hülsen in Massen-

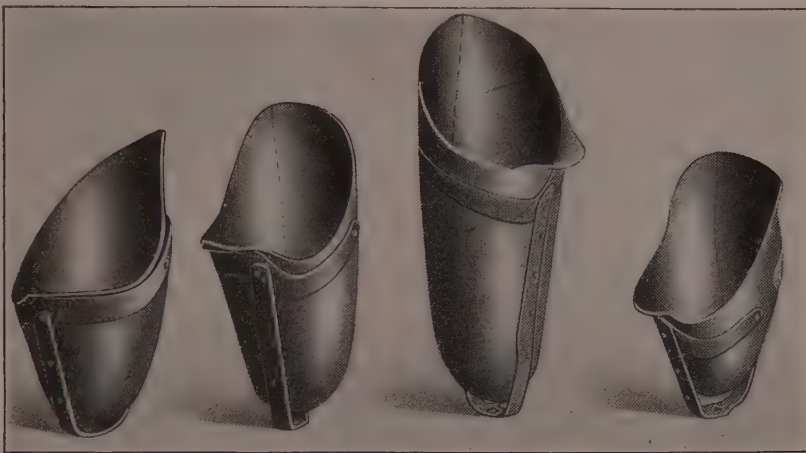


Abb. 580. Verschiedene Köcherformen mit angebogenem Sitzring und Seitenschienen (ohne Randpolsterung).

(Aus Schaefer, Ein neues Kunstbein.)

fabrikation zu schaffen (RIEDINGER). Aber auch diese werden von vielen Prothesenträgern abgelehnt. Man kehrt daher immer wieder zur Lederhülse oder zur Holzhülse zurück. Diese hat außerdem noch den Vorzug, daß sich an ihr das künstliche Knie oder Fußgelenk verhältnismäßig leicht und sicher anbringen läßt.

Die nur geringe direkte Belastungsfähigkeit des Stumpfendes fordert die Ausbildung zweckmäßiger Widerlager der Hülsen an vorspringenden Knochenteilen, für die Oberschenkelhülse am Tuber, für die Unterschenkelhülse am ausladenden oberen Tibia- und Fibulaende. Bei beiden hat sich die Modellierfähigkeit der Gipsbindenmatrize als besonders zweckmäßig herausgestellt (vgl. Abb. 578). Mit den Händen muß die noch weiche Matrize dem Tuber und dem oberen Tibiaende gut angedrückt und profiliert werden. Dabei muß der Patient in der Haltung, die er später beim Gang einnehmen soll, stehen. Nur so kann dann in jedem einzelnen Falle besonderen Stumpfverhältnissen Rechnung getragen werden. Bei der Tuberstütze ist dabei einerseits zu berücksichtigen, daß das Tuber genügend breite Sitzfläche in einer etwas vertieften Nische des oberen Hülsenrandes findet, die verhindert, daß das Tuber auf den Hülsenrand nach vorn wandert oder nach innen abrutscht. Andererseits muß ein Wundwerden der Haut durch zu starken Druck vermieden werden. Diese Schwierigkeiten sind jetzt bei gut gearbeiteten Prothesen überwunden worden (vgl. Abb. 580).

Mit diesem genauen Anmodellieren der Matrize an den Stumpf ist es aber noch nicht getan. Es muß dabei noch folgender Umstand berücksichtigt werden: A priori hat man angenommen, daß die Prothese in der anatomischen Achse des Oberschenkelstumpfes verlaufen müßte. Durch die Untersuchungen, hauptsächlich von SCHAEFER und anderen Prothesenbauern, hat sich nun herausgestellt, daß diese Orientierung der Prothese falsch und die Ursache für ungeschicktes, schwerfälliges Gehen ist. Die Prothesenachse muß leicht konvergent mit der Achse des anderen Beines verlaufen und infolgedessen muß die anatomische Stumpfachse meistens mit der Trichter- und Prothesenachse

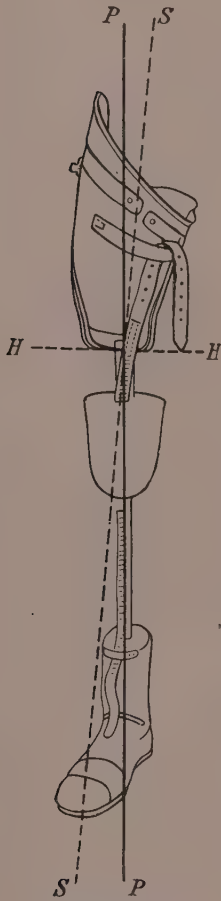


Abb. 581.  
Einstellung der Achse  
der Prothese zur Achse  
des Stumpfes.  
(Aus Gocht-Schede-  
Radike, Künstliche Glieder  
S. 98.)

einen lateral konvexen Winkel bilden, da besonders die kurzen Stümpfe eine Neigung zur Abduktion haben. Dieser Erfahrung muß, besonders bei der Montage der Hülse an den übrigen Teil der Prothese, Rechnung getragen werden (vgl. Abb. 581).

Aber trotz richtiger Konformität zwischen Stumpf und Hülse bleibt dabei die Neigung der kurzen Stümpfe, besonders bei dem Vorschwingen, aus der Hülse herauszuschlüpfen, noch bestehen, die nur durch sichere Aufhängevorrichtungen vermieden werden kann. Diese Aufhängevorrichtungen sind an der Unterschenkelprothese verhältnismäßig einfach durch einen Bandageapparat oberhalb des Kniegelenkes zu bewerkstelligen. Besonders bemerkenswert ist der diesbezügliche Apparat von GOCHT und von ERLACHER bei sehr kurzen Unterschenkelstümpfen (vgl. Abb. 588).

Ein viel schwierigeres Problem ist die Aufhängung der Hülse beim kurzen Oberschenkelstumpf. Das Nächstliegende ist ein Beckengurt, der gelenkig mit der Hülse verbunden ist. Da diese aber nicht genügend Sicherheit gab, ging man zu einem gut sitzenden Beckenkorb über, mit dem die Prothese durch ein künstliches Hüftgelenk verbunden ist. Aber auch mit diesem befreundeten sich die Prothesenträger meistens nicht, da ihnen allerlei Beschwerden durch Druck verursacht wurden; man hat oft genug beobachten können, daß die Patienten dann den Beckenkorb ablegen.

Diese Beobachtung hat SCHEDE zur Konstruktion seines eigenartigen, halbseitigen Beckenkorbes veranlaßt, der in Verbindung mit seiner neuen Hüftgelenkskonstruktion ausgezeichnete Resultate gegeben hat. Die meisten sind aber wieder zu der alten Aufhängung durch Riemen an der Schulter mit verschiedenen Modifikationen zurückgekehrt. Diese Riemenverbindungen hängen im allgemeinen die Hülsen genügend fest und beweglich auf, besonders wenn noch die Rollenverbindung an der medialen Seite der Hülse nach MARX zu Hilfe genommen wird (vgl. Abb. 582—586, 533 u. 534, 544 u. 545). SPITZY hat das Aufhängeproblem durch den Schnürring im Fettpolster am Oberschenkel und Unterschenkel zu lösen gesucht. Bei geeigneten Stümpfen, die lang und fett genug sind, hat sich das Verfahren ganz gut bewährt, aber die anderen Aufhängemethoden nicht verdrängen können. Eine andere originelle Methode der Aufhängung, die von J. FRÄNKEL<sup>17)</sup> berichtet und in der Chirurgischen Klinik in Berlin ausgeführt worden ist, besteht darin, durch den Femurrest in zweckmäßiger Entfernung vom unteren Ende einen Knochenbolzen quer durchzutreiben. Über dessen lateralen und medialen, ca. 2—3 cm herausragenden Enden wölben sich dann Muskeln, Fett und Haut in ähnlicher Weise vor wie über natürlichen Kondylen. Wenn nun oberhalb dieses Querwulstes die Prothesenhülse etwas eingezogen wird, resp. ein Querriemen angebracht wird, wird sowohl die Dislocatio ad longitudinem wie ad peripheriam mindestens verringert, so daß bei genügend langem Stumpf ein Becken-

korb oder Gurt überflüssig wird. Vorgeführte Fälle beweisen, daß diese Methode sich praktisch bewährt. Die Methode ahmt den Grittiſchen Stumpf nach, der, richtig angelegt (Schonung der ausladenden Teile der Kondylen), immer der idealste Oberschenkelstumpf bleiben wird, leider aber nur verhältnismäßig selten realisiert werden kann.

Das andere Problem, die Vereinigung der stumpf aufnehmenden Hülse mit den tragenden und bewegenden Teilen der mechanischen Längsachse und Gelenken der Prothese, ist ebenfalls verschieden gelöst worden, je nachdem man die Prothese als Hülsenbein, oder Gerüstbein oder Skelettbein konstruiert hat. Die Konstruktion des Hülsenbeines steht in direktem Gegensatz zu der des Skelettbeines



Abb. 582. Aufhängung der Prothese mittels Schultertraggurtes.



Abb. 583. Aufhängung der Prothese mittels Beckengurtes und Schlaufen aus Leder.

(Aus Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie, Bd. XVII.)

(vgl. Abb. 586—589, 571, 543—545, 572 u. 573). Das Gerüstbein nimmt eine mittlere Stellung ein. Die Konstruktion der Hülsenbeine geht von der äußeren Form des Beines aus und sucht außerdem zugleich noch zwei andere Aufgaben zu lösen, Aufnahme des Stumpfes und Tragen der Körperlast durch die Hülsen selbst.

Das Skelettbein trennt die drei Aufgaben in folgender Weise: Aufnahme des Stumpfes in einer besonderen Hülse, Tragen der Körperlast durch mechanische Achsen, die denen des Skelettes entsprechen (vgl. Abb. 544); Nachahmung der äußeren Form durch Hülsen, die über die Achsen gestülpt sind und keinerlei tragende oder bewegende Funktion haben, vgl. Abb. 543, 546, 582. Das Gerüstbein hat eine aufnehmende Hülse wie das Skelettbein, übernimmt aber die Körperlast nicht durch zentrale Achsen, sondern durch seitliche periphere Schienen und Stäbe, in denen die aufnehmende Hülse oben hängt und befestigt ist. Die seitlichen Schienen folgen ungefähr den Konturen des natürlichen Beines und können leicht umkleidet werden.



Der Typus des Hülßenbeines ist das weitverbreitete Leder- und Holzbein und hat eine zweckmäßige Ausgestaltung im MARX-Bein erhalten, der Typus des Skelettbeines ist im SCHAEFER-Bein, der Typus des Gerüstbeines im Holzgerüstbein von EMPFENZEDER oder im Stahlgerüstbein von SCHEDE am reinsten vertreten.

Diese drei Typen haben folgende Vorzüge und Nachteile: Die richtige Orientierung der Längsachsen und Querachsen, der Gelenke und Länge der Prothese ist am leichtesten und einfachsten herzustellen und zu verändern beim SCHAEFER-Bein. Es läßt sich sowohl die Knie- wie die Fußgelenksachse leicht in die richtige Lage drehen und festhalten, es läßt sich die Länge des Beines durch Hoch- und Niederschrauben leicht und sicher verändern, es läßt sich die Mittelachse der Prothese



Abb. 584. Aufhängung der Prothese mittels HESSINGSchen Beckenkorb mit Doppelgelenk.



Abb. 585. Aufhängung der Prothese mittels Beckengurtes und Schlaufen aus Leder.

(Aus Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie, Bd. XVII.)

leicht in die richtige Stellung zur Stumpfachse bringen, dagegen ergeben sich einige Schwierigkeiten bei der festen Vereinigung der Prothese an der Hülse. Wenn der Oberschenkelstumpf eine gewisse Länge überschreitet, läßt sich die Kniegelenkskonstruktion schwieriger anbringen.

Beim Hülßenbein wird die Kniegelenksquerachse bestimmt durch je einen Drehpunkt an der medialen und lateralen Seite der Hülse. Die richtige Lage dieser Achse ist nicht leicht einzustellen und vor allem am fertigen Bein nur schwer zu modifizieren, dasselbe gilt für das Fußgelenk. Da die Standfestigkeit der ganzen Prothese abhängt von der tadellosen Vereinigung der Walklederhülse mit den eingefügten Stahlschienen, ergeben sich Schwierigkeiten durch den Verschleiß der Lederhülse und ihre Nachgiebigkeit.

Die Konstruktion des Hülßenbeines ganz aus Holz hat außer anderen Vorzügen den großen Vorteil, daß die Knie- und Fußgelenksquerachse fest und sicher gelagert

sind. Schwierigkeiten ergeben sich aber, wenn irgendeine Modifikation der Achsen oder der Länge des Beines nach der definitiven Fertigstellung notwendig werden sollten. Vorteile des Hülsenbeines sind, daß in ihren Hohlräumen mancherlei Vorkehrungen, Züge und Federn und Feststellung usw. sicher geborgen werden können. Das Gerüstbein nimmt eine mittlere Stellung auch in dieser Beziehung ein.

Diese drei Beintypen unterscheiden sich aber auch noch in anderer Beziehung wesentlich, nämlich in ihrem Verhältnis zum Behelfsbein. Schon sehr lange weiß jeder Chirurg und jeder Bandagist, daß sich der Amputationsstumpf im Laufe der ersten Monate noch wesentlich ändert, bis er seine definitive Gestalt annimmt. Im allgemeinen wird der Stumpf allmählich dünner durch Verschwinden der Entzündungserscheinungen und Stauungen, bei Hebung der Zirkulation, durch Schwinden des Unterhautfettgewebes, durch Atrophie der Muskelpartien, die funktionell nicht mehr beansprucht werden.



Abb. 586. Holzbein mit medialer Riemen-aufhängung über Rolle.

(Aus Schaefer, Ein neues Kunstbein.)



Abb. 587. Befestigung des SCHAEFERSCHEN Kniegelenks am Stumpfkörper.

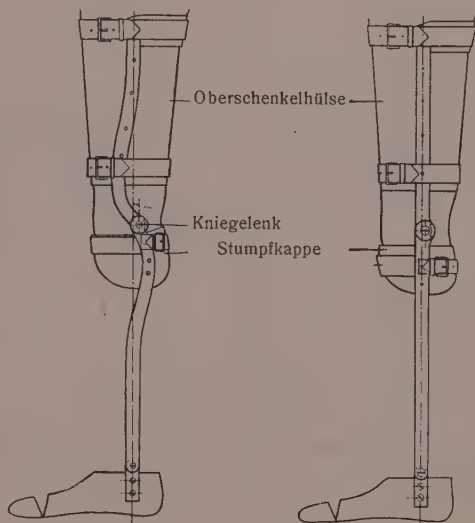


Abb. 588. Abb. 589. Prothese für kurze Unterschenkelstümpfe mit Rückverlagerung der Kniequerachse (nach ERLACHER).

(Aus Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.)

Aus diesen Erfahrungen heraus hat man die Regel aufgestellt, daß die definitive Prothese erst mindestens mehrere Monate nach der Amputation angefertigt werden darf. In der Zwischenzeit ließ man den Patienten auf Krücken sich fortbewegen oder gab ihm ein Stelzbein. Es ist eines der großen Verdienste HOEFTMANNs, dieses Prinzip durchbrochen zu haben, indem er den Patienten möglichst bald, oft noch ehe die Wunden vollständig vernarbt waren, auf eine bewegliche Behelfsprothese stellte. Es ist von größter Wichtigkeit, daß der Stumpf, der später die ganze Prothese regieren soll, nicht erst unnötig atrophiert. Er muß von vornherein geübt werden. Dazu genügt aber weder die Massage noch die unbelastete Stumpfbewegung allein. Frühzeitig muß der Stumpf daran gewöhnt werden, die Körperlast zu tragen und fortzubewegen. Unter Krückengebrauch leidet aber der Stumpf einmal durch Zirkulationsstörung, andererseits durch allmähliche Angewöhnung an falsche Stellungen (Kontrakturstellungen).

Besser war schon die frühzeitige Anlegung eines Stelzbeines; aber wer längere Zeit mit dem Stelzbein gegangen ist, verlernt den Gebrauch eines beweglichen Kniegelenkes, gewöhnt sich entweder eine schwer abzugewöhnende Zirkumduktion oder ein starkes stoßweises Hinken und Hüpfen an.

HOEFTMANN konstruierte zuerst das bekannte Behelfsbein als primitiver Typus eines Gerüstbeines (vgl. Abb. 559), gut anmodellierte Gipshülse als Stumpfköcher, zwei seitliche Schienen mit rückverlagerter Kniequerachse und vorn etwas aufgebogene, im Fußgelenk unbewegliche Fußplatte. Diese HOEFTMANNSche Behelfsprothese ist mannigfach modifiziert und verbessert worden (vgl. Abb. 590 u. 591).

Die allgemeine Einführung der Behelfsprothese bis zur Lieferung des definitiven Kunstbeines ist als einer der größten Fortschritte in der Versorgung der Amputierten zu begrüßen, der sich so gut bewährt hat, daß er dauernd festgehalten werden wird. Vom Behelfsbein muß man fordern, daß es sich in kurzer Zeit herstellen läßt und billig ist. Infolgedessen muß die Massenfabrikation herangezogen werden, die die tragenden und gelenkigen Teile vorrätig hält, so daß nur noch der Köcher anmodelliert zu werden braucht und die Längsachsen in der richtigen Größe eingestellt werden können. Ein weiterer Schritt wäre der, daß die tragenden Teile auch für die defini-

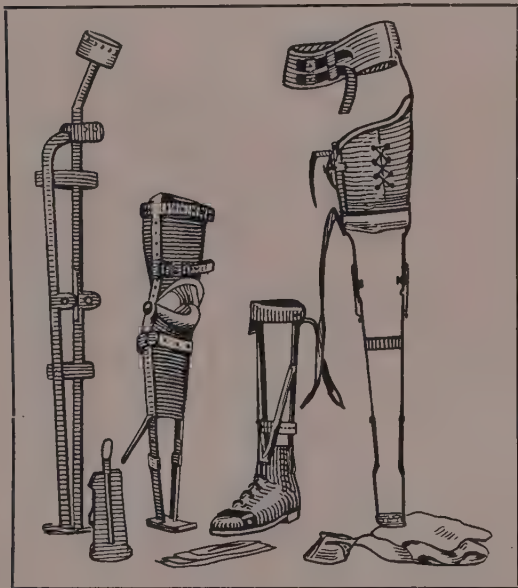


Abb. 590.

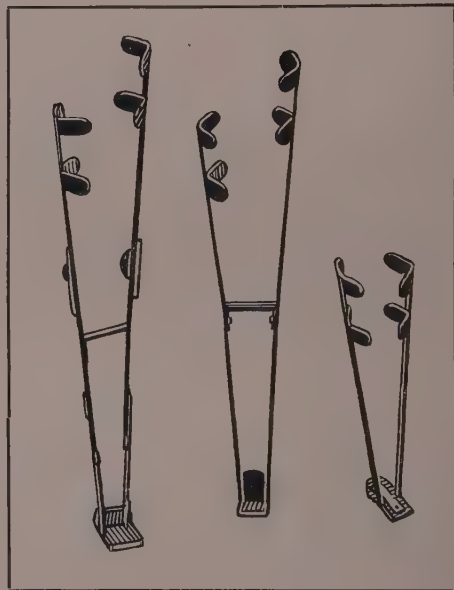


Abb. 591.

Abb. 590 u. 591. Behelfsprothesen nach HOEFTMANN-SPITZY mit Fußplatte.

(Aus Beiheft Streiffleurs Militärblatt „Unsere Kriegsverwundeten“ 1915.)

tive Prothese in verstellbarer Größe in Massenfabrikation hergestellt werden könnten und nur der aufnehmende Köcher je nach der Form des Stumpfes individuell angepaßt würde. Diese Forderungen werden in geradezu idealer Weise vom SCHAEFER-Bein erfüllt. Dieses kann infolge seiner dauerhaften Konstruktion sowohl als Behelfsbein wie als definitive Prothese vorrätig gehalten werden und braucht nur in richtiger Weise anmontiert zu werden. Später braucht nur der Stumpfköcher durch einen neuen ersetzt zu werden. Ich habe selbst sehr viele Amputierte mit SCHAEFER-Beinen beobachten und konstatieren können, daß in dieser Beziehung das SCHAEFER-Bein allen Anforderungen Genüge leistet. In wenigen Stunden kann der Amputierte so seine Behelfsprothese bekommen und sofort mit der Einübung beginnen (vgl. Abb. 544 u. 545).

Die Stumpfübungen und Gehübungen sind in allen größeren Lazaretten, in denen viele Prothesenträger zusammenkamen, in großzügiger Weise organisiert worden (SPITZY) und haben dazu beigetragen, daß die Prothesenträger schnell eine große Sicherheit und Selbständigkeit erlangt haben, so daß unsere Erwartungen in dieser Beziehung nicht enttäuscht, sondern sogar übertroffen worden sind (vgl. Abb. 592).



Bieten sich schon recht erhebliche Schwierigkeiten, bei guter Funktion eines künstlichen Beines, so wachsen diese gewaltig beim Doppelamputierten. Der Einbeinige hat immer noch ein normales Bein, auf das er sich sowohl als Schwung- wie als Standbein verlassen kann. Ganz anders beim Doppelamputierten. Erträglich ist der Zustand noch bei einer Oberschenkel- und einer Unterschenkelamputation. Hier kann das eine normale Kniegelenk noch einen Teil der Knicksicherheit übernehmen. Ganz anders bei einem Patienten mit zwei Oberschenkelstümpfen oder gar mit einem Oberschenkelstumpf und einer Hüftexartikulation oder gar zwei Hüftartikulationen. Für letztere bleibt meistens nur der Fahrstuhl übrig.

Das Problem bei doppelseitigen Oberschenkelamputationen liegt darin, daß bei zwei beweglichen künstlichen Kniegelenken das Standbein keine genügende Knick-



Abb. 592. Übungen auf der Wellenfläche.

(Aus Dr. Bela Dollinger, D. Med. W. 1916, Nr. 42.)

sicherheit bietet und im Moment des Vorschwingens des anderen Beines nach vorn einknickt. Man hat sich damit geholfen, daß man entweder ein Bein von vornherein im Kniegelenk fest verriegelt oder beide Beine im Kniegelenk feststellt. Auf diese Weise entsteht dann wieder ein Gang wie mit dem Stelzfuß. In einzelnen Fällen haben auch unter diesen schwierigen Verhältnissen Patienten gelernt, sich selbst mit Unterstützung eines oder zwei Stöcken fortzubewegen. Besonders bekannt geworden ist ein Doppelamputierter mit zwei SCHAEFER-Beinen<sup>15)</sup>. Diese Patienten sind aber vollständig hilflos, wenn sie einmal hinstürzen, und können sich kaum ohne fremde Hilfe wieder emporarbeiten. Wenn irgendwo, so müssen wir bei diesen Bedauernswerten unsere Hoffnung auf die Entwicklung des SAUERBRUCHSchen Verfahrens setzen. Daß es möglich ist, daß selbst eine doppelseitige Hüftexartikulation noch in Prothese gehen lernt, hat HOEFTMANN<sup>19)</sup> schon vor dem Kriege bewiesen, indem er ein Mädchen mit angeborenem doppelten Beindefekt zum Gehen brachte. HOEFT-

MANN hatte damals zum ersten Male die Rückverlagerung der Kniequerachse zur Lösung des Problems herangezogen. In einigen Fällen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die betreffenden Patienten vorher nicht auf normallange Prothesen zu stellen (vgl. Abb. 593), sondern ihnen erst wesentlich kürzere Prothesen zu geben und sie erst allmählich auf normallange Prothesen zu stellen.

\* \* \*

Es bleibt nun noch die Frage zu beantworten übrig:

b) Was ist nun durch so durchgeführten Prothesenbau tatsächlich erreicht worden?

Diese Frage schließt zwei Unterfragen in sich:

Wie spielt sich das Stehen und Gehen des Prothesenträgers ab?

Wie sind die Prothesenträger mit ihren Prothesen zufrieden?



Abb. 593. Kurze Behelfsprothesen für Doppelamputierte zur Übung, bis später Prothesen von normaler Länge angelegt werden.

(Aus Biesalski, Kriegskrüppelfürsorge.)

Bei Unterschenkelprothesen ist bei normalen Knieverhältnissen das Stehen und Gehen in den meisten Fällen wirklich so gut, daß man den Gang kaum vom normalen unterscheiden kann, ja in vielen Fällen oft schwer entscheiden kann, ob der Patient wirklich ein künstliches Bein trägt. Anders liegen die Verhältnisse bei den Oberschenkelprothesen mit künstlichem Kniegelenk. Auch hier findet man einerseits Prothesenträger, die so geschickt gehen, daß schon einige Übung dazu gehört, aus dem Gang auf einen Prothesenträger zu schließen, andererseits gibt es solche, die sich mühselig und steif fortbewegen, denen man schon von weitem den Kunstbeinträger ansieht. Um beim Beurteilen einerseits jede Subjektivität auszuschalten und andererseits, um tiefer in die Einzelheiten des veränderten Ganges einzudringen, ist versucht worden, auch hierbei die graphische Methode MAREY-FISCHERS einzuführen. R. DU BOIS-REYMOND hat mit diesen Methoden verschiedene Prothesenträger untersucht und ist zu folgenden Resultaten gekommen (vgl. Abb. 594 u. 595).

Wenn man die Zeichnungen miteinander vergleicht, ergibt sich:

1. Das Kunstbein wird gestreckt aufgesetzt wie das gesunde Bein.
2. In den nächsten Phasen, in denen das Bein als Stützbein funktioniert, bleibt das Kunstbein während sechs Zeitabschnitten vollständig gestreckt, während das gesunde schon im nächsten Zeitabschnitt anfängt, sich im Kniegelenk zu beugen.
3. Im Moment des Vorschwingens liegt beim natürlichen Bein sowohl die Achse des Oberschenkels wie des Unterschenkels leicht gebeugt ganz hinter dem vom Hüftgelenk gefällten Lot, während beim Kunstbein die Oberschenkelachse in die Lotlinie fällt, das Vorschwingen erfolgt also viel unvermittelter.
4. Der Moment des Aufsetzens des gestreckten Beines erfolgt beim Kunstbein ebenfalls viel unvermittelter aus der stark gebeugten Stellung in die gestreckte vom gesunden Bein.

Daraus resultiert eine viel steilere Wellenlinie der Hüftachse in der Gangkurve. Der Gang des Kunstbeines bekommt dadurch etwas Hüpfendes und Stoßendes. Diese

Höhenschwankungen sind auch auf der gesunden Seite etwas größer als bei zwei normalen Beinen.

Letzteren Umstand kann man wohl auf die relative Insuffizienz des Glutaeus medius auf der Seite des Kunstbeines zurückführen, wie ich das oben ausgeführt hatte.

Im Verhältnis zur Größe des Defektes könnte man diese geringen Abweichungen vom normalen Gang für nebensächliche Schönheitsfehler ansehen. Es ergibt sich aber, daß für diesen Gang eine viel größere Arbeitsaufwendung notwendig ist als



Abb. 594. Gesundes Bein (R. Kunstbein) nach DU BOIS-REYMOND.

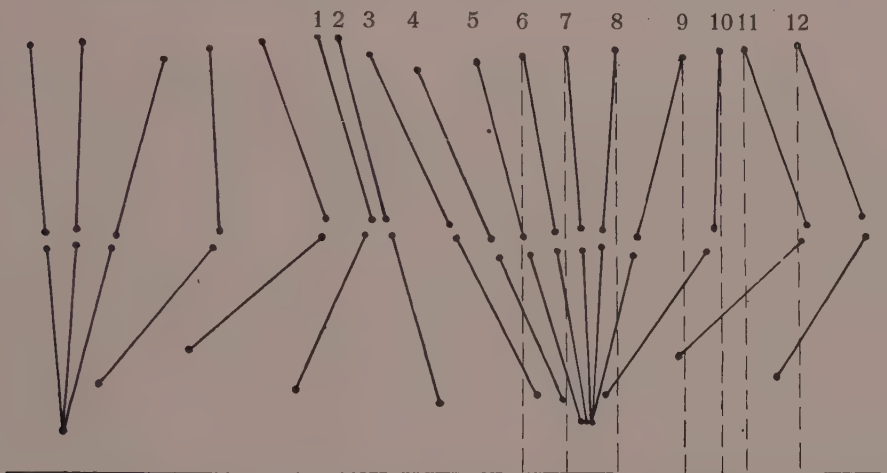


Abb. 595. R. Kunstbein nach DU BOIS-REYMOND.

Abb. 594 u. 595. Die sukzessiven Stellungen des natürlichen und künstlichen Beines während des Ganges nach DU BOIS-REYMOND. (Marey-Fischer.) (Aus „Künstliche Glieder“, S. 157.)

(Man vergleiche bei den einzelnen korrespondierenden Phasen (Zahlen) die verschiedene Stellung des normalen und künstlichen Ober- und Unterschenkels zu den punktierten Lotlinien.)

für normales Gehen. Infolgedessen wird die Leistungsfähigkeit, besonders auf die Dauer, doch wesentlich herabgesetzt. Der Prothesenträger muß sich beträchtlich mehr anstrengen und muß schneller ermüden. Es ist daraus auch leicht verständlich, daß der Prothesenträger viel eher schwitzt. Alles dies trägt auch zu einem schnelleren Verschleiß des Kunstbeines bei.

Diese Untersuchungen haben aber auch noch das ergeben, daß die verschiedenen Prothesenkonstruktionen sich nicht so wesentlich voneinander unterscheiden — wie man von vornherein annehmen sollte —, vorausgesetzt, daß sie richtig am Körper befestigt und in ihren Achsen richtig orientiert sind. Selbstverständlich spielen auch



hier individuelle Veranlagung und der Wille eine große Rolle. Der eine findet sich mit dieser, der andere mit jener Prothesenkonstruktion besser ab. Vorbild und Nachahmung, Vorliebe und Voreingenommenheit für seine Prothese spielen hier eine ebenso große Rolle wie bei Schuhen und Kleidungsstücken usw. Allzu großer Zwang und Uniformierung erreichen hier nichts. Allzu weit getriebene Normalisierung und Vereinheitlichung in der Organisation hat nicht das ideal gedachte und gewollte Ziel erreicht. Wieweit die von der Heeresleitung wohl vorbereitete Fürsorge von selbstsüchtigen Bestrebungen anderer Interessentenkreise durchkreuzt worden ist, kann hier nicht untersucht werden. Auch hier hat gewissenlose Reklame von Mund zu Mund manche Schwierigkeiten und Verstimmung hervorgebracht.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß seit dem Ausbruche des Weltkrieges bis jetzt auf dem Gebiete des Prothesenbaues ungemein viel und ernst gearbeitet und viel Neues und Wertvolles geleistet worden ist, das dauernder Besitz zum Wohle

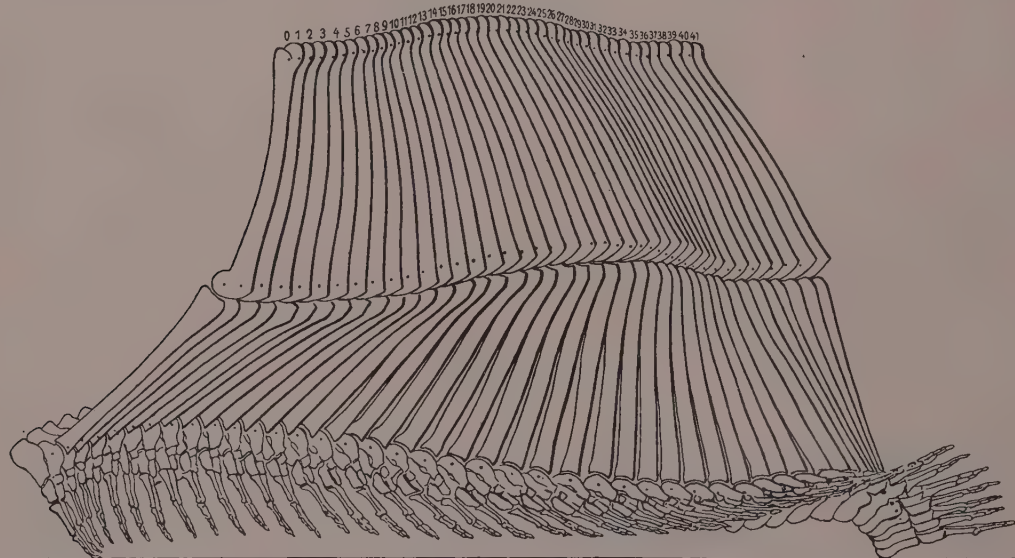


Abb. 596. Sukzessive Stellungen des Beines während der Periode des Schwingens in zeitlichen Intervallen von  $\frac{1}{100}$  Sekunde.

(Aus Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1917.)

der Amputierten bleiben wird. Wenn man den jetzigen Stand der Frage mit dem vor dem Kriege vergleicht, so wird man sich mit Stolz des enormen Fortschrittes bewußt. Der Fortschritt liegt aber nicht nur in der einzelnen Leistung, sondern in der Durchdringung weitester Kreise mit diesen Problemen, die früher wohl befugt waren, sich mit diesen Aufgaben zu beschäftigen, aber erst durch die allgemeine Not dazu gezwungen wurden. Früher war das Prothesenbauen das wohlgehütete Arkanum einiger wenigen Wissenden, jetzt arbeiten hunderte an diesen Problemen. Früher glaubte der Arzt, besonders der Chirurg, seine Arbeit getan zu haben, wenn er die Amputation nach den Regeln seiner Kunst nach strenger Abwägung der Indikationen und Kontraindikationen vorgenommen und die Heilung möglichst günstig gestaltet hatte. Den Prothesenbau überließ man dann den Bandagisten und Prothesenkünstlern. Nur MAX SCHEDE und HOEFTMANN ragen als Säulen unter den Chirurgen hervor, leider war kein genügender Nachwuchs vorhanden. GOCHT hatte schon früher in seinem Handbuche seine grundlegende Zusammenfassung der Probleme gegeben. Im Kriege fingen zunächst die orthopädischen Chirurgen an, sich in diese Probleme zu vertiefen und Prothesen zu konstruieren. SAUERBRUCH überraschte

uns durch die geniale Ausgestaltung des Verfahrens, die Muskelreste für kinetische Prothesen brauchbar zu machen, wie es vorher VANGHETTI in einigen Fällen versucht hatte. Sehr bald wurde in den orthopädisch-chirurgischen Kreisen eingesehen, daß der chirurgisch und orthopädisch ausgebildete Arzt allein nicht in der Lage war, die Fülle der Probleme zu lösen. Es mußte zu einer gemeinsamen Arbeit mit den Ingenieuren kommen. Sie waren nach ihren Erfahrungen mit der Technik des Maschinenbaues in Materialkunde, statischen und dynamischen Berechnungen, Massenfabrikation hervorragend befähigt, die Probleme weiterzufördern und neue Anregungen zu geben. Es sei nur an die Tätigkeit von SCHLESINGER und Exzellenz EXNER in Wien erinnert. Eine Zeitlang schien es so, als ob die Ingenieure in erster Linie berufen seien, nach diesen Erfahrungen und infolge der Organisation der technischen Hochschulen und ihrer Prüfungsstellen den ganzen Prothesenbau zu übernehmen. Es zeigte sich aber sehr bald, daß trotz dieser Organisation eine Menge Fragen übrigblieben, bei denen nur der gut ausgebildete, physiologisch denkende und orthopädisch erfahrene Arzt weiterhelfen konnte. Es zeigte sich aber auch ferner, daß man der handwerksmäßig ausgebildeten und jahrhundertlang geübten Methoden der Bandagisten nicht entraten konnte. So sind denn die besten Leistungen durch die Zusammenarbeit dieser drei Gruppen hervorgebracht worden. Aber trotzdem wären die oben geschilderten Resultate nicht erreicht worden, wenn nicht die oberste Leitung des Sanitätswesens unter der tatkräftigen Führung des Generalstabsarztes der Armee, Prof. v. SCHJERNING, und seines Vertreters im Heimatgebiet, Generalarzt SCHULZEN und seiner Mitarbeiter, besonders Oberstabsarzt SCHWIENING, alle diese Bestrebungen unter ihre Fittiche genommen und eine großzügige Organisation ausgebaut hätte. Infolge des Umsturzes unserer Verhältnisse hat auch diese Organisation nicht so weitergeführt werden können, wie es im Plan des Chefs des Sanitätswesens gelegen hat. Mag aber die Organisation jetzt nicht mehr so fest gefügt sein wie damals und mancher fruchtversprechende Keim vernichtet sein, eins ist sicher, die gewonnenen wissenschaftlichen und technischen Resultate sind festgelegt und können nicht wieder verlorengehen. Diese Bestrebungen werden trotz der Ungunst dieser Verhältnisse weitergehen und noch weiter Früchte tragen, nicht nur für die Kriegsverletzten, sondern auch für die bei der Arbeit Geschädigten.

#### Literatur.

- 1) GOCHT, RADIKE und SCHEDE, Künstliche Glieder. Deutsche Orthopädie Bd. 2. Enke, Stuttgart 1920.
- 2) — Der Prothesenbau, Zeitschr. f. orth. Chir. Bd. 37. Enke, Stuttgart 1917.
- 3) — Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Jul. Springer, Berlin 1919.
- 4) TIGERSTEDT, Dr. R., Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 9. Aufl. Hirzel, Leipzig 1920.
- 5) HASSLAUER, Amputationsstumpf und Kunstbein. Der Prothesenbau. Zeitschr. f. orth. Chir. 1917 Bd. 37 S. 776.
- 6) DOLLINGER, Ersatzglieder der unteren Gliedmaßen. Ersatzglieder und Arbeitshilfen usw. S. 296—298. J. Springer, Berlin 1919.
- 7) SCHEDE, Dr. Fr., Zur Mechanik des künstlichen Kniegelenkes. Ein aktives Kunstbein. M. Med. W. 1918 Nr. 23 S. 616—619.
- 8) — Die Nachahmung des natürlichen Kniegelenkes. M. Med. W. 1921 Nr. 7 S. 200.
- 9) HOEFTMANN, Behelfsprothesen. Ersatzglieder und Arbeitshilfen S. 709 ff. Springer, Berlin 1919.
- 10) HASSLAUER, Amputationsstumpf und Kunstbein.
- 11) SCHAEFER, Ein durch Belastung feststehendes und beim Gang frei bewegliches Kniegelenk. Der Prothesenbau. Enke, 1917.
- 12) GOETZE, Dr. O., Ein neues Prinzip zur Wiederherstellung der aktiven Beweglichkeit bei Schlottergelenken mit großen Knochendefekten. Zbl. f. Chir. 1918 Nr. 28 (13. Juli).
- 13) DOLLINGER, Die Konstruktion künstlicher Glieder, mit besonderer Berücksichtigung der Stützpunkte usw. D. Med. W. 1915 Nr. 43.
- 14) SCHAEFER, Anleitung zum Bau des Kunstbeines für Oberschenkelamputierte.
- 15) — Verhandlungen des Orthopädenkongresses. Dresden 1920.
- 16) HOEFTMANN, Einige Mitteilungen aus der Praxis. Arch. f. klin. Chir. Bd. 69.
- 17) FRÄNKEL, J., Bolzung von Amputationsstumpf usw. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 166 H. 5 u. 6.

# **XV. Die medikomechanische und die operative Behandlung der Kontrakturen und Ankylosen.**

## **1. Die nicht operative Behandlung der Kontrakturen.**

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. FRITZ LANGE in München.

Im Kriege Generaloberarzt d. L.

Mit 33 Abbildungen\*) im Text.

Nach dem Kriege 1870/71 erschien in Würzburg eine Doktorarbeit von HAGEN, welche den Titel hatte: „Über die Vernachlässigung der Orthopädie, namentlich in und nach Kriegezeiten“. Der Verfasser begründet den Titel seiner Arbeit durch lebhaftes Klagen, daß nichts zur Verhütung und Behandlung der Gelenkkontrakturen bei den Kriegsverletzten geschehen sei. Was der Verfasser in seinem kleinen Wirkungskreis beobachtet hatte, galt zweifellos für die ganze Kriegschirurgie der damaligen Zeit.

Heute wird niemand behaupten, daß die Kontrakturen in dem letzten Kriege kein Interesse gefunden hätten. Man braucht nur die Arbeit in unseren vielfach vorbildlich eingerichteten orthopädischen Lazaretten gesehen zu haben oder die zahllosen in der Literatur niedergelegten Vorschläge und Methoden zur Behandlung von Kontrakturen zu lesen, um sich davon zu überzeugen, daß eine große und ernste Arbeit auf diesem Gebiete geleistet ist.

Und trotzdem ist nicht genug geschehen. Auf keinem anderen Gebiete der Kriegschirurgie hätte sich so viel Unheil mit so einfachen Mitteln verhüten lassen als auf dem Felde der Kontrakturen. Es wäre sehr wünschenswert, daß einmal statistisch festgestellt würde, was die vermeidbaren Gelenkkontrakturen unter unseren Kriegsinvaliden dem Staate alljährlich an Renten kosten. Die siebenstellige Zahl welche sich dabei ergeben würde, könnte auch den Laien über die Bedeutung einer zweckmäßigen Kontrakturenbehandlung aufklären.

### **A. Die Verhütung der Gelenkkontrakturen.**

Wenn ein völlig gesundes, an der Krankheit oder Verletzung unbeteiligtes Gelenk versteift, so ist die Krankenpflege daran schuld. Ein Schulbeispiel bildet der durch Bettdeckendruck entstandene Spitzfuß. SCHEDE hat festgestellt, daß unter 1000 Spitzfüßen von Kriegsinvaliden, die im Münchener Fürsorgelazarett zur Beobachtung kamen, die aber ursprünglich in den verschiedensten Gegenden Deutschlands behandelt worden waren, sich 48% befanden, bei denen keine Verletzung des Unterschenkels oder Femurs vorlag. 480 Spitzfüße waren also unter 1000 lediglich dadurch entstanden, daß der behandelnde Arzt auf der Universität nicht die Verhütung des Spitzfußes genügend gelernt hatte. Bei Leichtkranken genügt für die Nacht eine zwischen Fußrolle und Bettende gestellte kleine gepolsterte Kiste, gegen die sich die Füße anstemmen, um den gefährlichen Druck der Bettdecke zu verhüten; für den Tag sind einfache aktive Übungen im Sinne der Dorsalflexion (3mal täglich 2 Minuten) ausreichend um einen Spitzfuß zu vermeiden. Bei Schwerkranken sind

---

\*) Von den Abbildungen wurden entnommen: 603 u. 606 aus BORCHARD-SCHMIEDEN, Die deutsche Chirurgie im Weltkriege 1914/18, 2. Aufl.; 600, 601 u. 621 aus Ergebnisse der Chirurgie, Bd. 13; 602, 604, 605, 607—609, 614, 616—618, 620, 622 u. 623 aus Feldarzt, III. Teil; 619 aus Feldarzt, VI. Teil; 610, 611 u. 624 aus HECHT, Nachbehandlung Kriegsverwundeter 1916; 597 aus KÜTTNER-WULLSTEIN, Lehrbuch der Chirurgie; 599 aus M. Med. W. 1915 Nr. 48; 625—629 aus M. Med. W. 1919 Nr. 20.



Schienen nicht zu entbehren. Am meisten verwandt werden für diesen Zweck KRAMER-Schienen. Sie sind ganz ungeeignet zur Korrektur eines Spitzfußes, ja, sie sind geradezu gefährlich, weil die Stellung des Fußes in diesen Schienen schwer kontrolliert werden kann. Am zweckentsprechendsten sind Seitenschienen nach dem Typus der Klump- oder Plattfußschienen. Eine solche Schiene ist in Abb. 597 abgebildet. Die Wirkung der Schiene hängt von dem Zuge ab, welcher über den Fußrücken führt und die Ferse kräftig in die Schiene hineindrückt. Solche Schienen lassen sich aus Gips-Wasserglas ohne große Kosten behelfsmäßig herstellen.

Ebenso häufig wie Spitzfüße entstehen Fingerkontrakturen durch Fehler in der Behandlung. Der Grundsatz, daß kein Finger und keine Hand ohne dringendsten Grund in einer Schiene fixiert werden darf, ist heute noch nicht der großen Masse der Ärzte in Fleisch und Blut übergegangen. Wenn es bei einer Oberarmfraktur, wie so häufig, zu einer schweren Versteifung von Fingern kommt, so ist die Behandlung daran schuld. Aber auch bei Verletzungen des Unterarmes und selbst der Hand muß die Ruhigstellung der Finger auf das allergeringste Maß eingeschränkt werden. Sobald der Patient fieberfrei ist und die Wunde keine Neigung zu Verhaltung zeigt, darf auch bei Verletzungen von den langen Fingerbeugern mit passiven Bewegungen der Finger begonnen werden, 2mal täglich mehrere Minuten lang. Was man auf diese einfache Weise erreichen kann, lehrte mich ein Artist, der einen Durchschuß durch die Hand, Zersplitterung vom II. und III. Metakarpus und Verletzung der Beugesehnen erlitten hatte. Er wollte es erreichen, daß er seinem Beruf treu bleiben könnte und hat von der 2. Woche nach der Verletzung an täglich häufig seine Finger passiv gebeugt und gestreckt und von der 4. Woche ab auch aktive Bewegungen mit den Fingern, trotz anfänglicher Schmerzen, ausgeführt. Das Resultat war eine fast völlig normale Beweglichkeit, wie ich sie sonst niemals bei diesen Verletzungen beobachtet habe.

Die Kontrakturen in den großen Gelenken lassen sich, wenn keine Knochen- oder Gelenkverletzung vorliegt, leicht verhüten, wenn durch Schienen für Wechsel in der Stellung gesorgt wird. Handelt es sich z. B. um einen Weichteilschuß durch den Oberschenkel, so muß das Knie an einem Tage in Beugestellung, am anderen Tage in Streckstellung fixiert werden, um Verwachsungen der verletzten Muskeln mit dem Knochen und damit eine Kniegelenkversteifung zu verhüten.

Liegt ein Bruch des Knochens vor, so galt bis zu diesem Kriege der Grundsatz, die beiden benachbarten Gelenke mit ruhig zu stellen. Wir befolgten diese Regel in Friedenszeiten selbst bei den leichteren subkutanen Frakturen, für die schweren Schußfrakturen des Krieges schien es noch notwendiger zu sein, an diesen Grundsätzen festzuhalten. Allein gerade an diesen schweren Kriegsverletzungen haben wir gelernt und lernen müssen, die den Frakturen benachbarten Gelenke frühzeitig zu bewegen, ohne die Heilung des Knochenbruches zu stören. Die Wundheilung erfordert bei schweren Schußfrakturen viele Monate und selbst Jahre. Stellt man solange die benachbarten Gelenke ruhig, so bedeutet das die dauernde Versteifung dieser Gelenke.

Deshalb muß, wenn man auch im Feld für die ersten Wochen und für den Transport im Interesse einer sicheren Fixierung des gebrochenen Knochens die beiden nächsten Gelenke mit ruhigstellt, in der Heimat möglichst bald mit Bewegungen der Nachbargelenke begonnen werden.

Wenn man das als Grundsatz anerkennt, so ist die in den ersten Kriegsjahren viel erörterte Streitfrage: „Gipsverband oder Schiene?“ beantwortet. Solange die Gefahr einer Ausbreitung der Infektion und Neigung zu Verhaltung oder hohem Fieber



Abb. 597. Schiene zur Verhütung des Spitzklumpfußes.

besteht, ist der Gipsverband oder Brückengipsverband evtl. mit offener Wundbehandlung allen Schienen überlegen. Ist dieses erste Stadium überwunden, dann sind Schienen oder Lagerungsapparate am Platze, welche die Wundbehandlung gestatten ohne an den verletzten Knochen zu rühren, welche die Anwendung der Nagelextension erlauben, um eine möglichste Ausgleichung der Verkürzung zu erreichen und welche endlich frühzeitige passive Bewegungen der benachbarten Gelenke ohne Schädigung der Frakturheilung möglich machen.

Die Ausführung dieser Regeln stößt auf Schwierigkeiten nur bei Schußfrakturen des Oberarmes und des Oberschenkels. Verhältnismäßig sehr einfache Apparate für diesen Zweck hat v. BAEYER<sup>1)</sup> empfohlen. Wesentlich komplizierter sind die Apparate von ANSINN<sup>2)</sup>. Notwendig sind sie aber nicht, um gute formale und funktionelle Resultate bei den Schußfrakturen zu erreichen. Das bewiesen zu haben ist BÖHLERS<sup>3)</sup> Verdienst, der das gebrochene Bein auf die BRAUNsche Schiene lagerte und gleichzeitig einfache Bindenzügel und Nagelextension anwandte. Die Resultate, die er in seinem Bozener Sonderlazarett für Schußfrakturen erzielte, sind meines Wissens in keinem anderen Lazarett erreicht und dürfen nicht nur, was Ausgleichung der Verkürzung, sondern auch was Beweglichkeit der benachbarten Gelenke angeht, als vorbildlich bezeichnet werden.

BÖHLERS Lazarett lag ganz in der Nähe des Kampfplatzes. Er bekam seine meisten Patienten verhältnismäßig kurze Zeit nach der Verletzung und die Transportschäden waren deshalb geringer als auf den meisten anderen Kriegsschauplätzen.

Der Transportschaden spielt, das wissen wir seit BERGMANNs klassischen Untersuchungen, eine entscheidende Rolle für den Wundverlauf einer Fraktur und damit für die Möglichkeit der frühzeitigen Bewegung der benachbarten Gelenke. Deshalb steht die Transportfrage in engem Zusammenhang mit der Verhütung der Kontrakturen.

Gerade auf diesem Gebiete ist bei weitem nicht erreicht worden, was bei dem Stand unserer Wissenschaft an sich möglich gewesen wäre. Am schlechtesten waren in der Beziehung wieder die Oberarm- und Oberschenkelerschußfrakturen dran.

Eine einwandfreie Versorgung dieser Frakturen für einen längeren Transport bildete namentlich in den ersten Kriegsjahren nicht die Regel, sondern die Ausnahme.

Die idealste Lösung bildet immer der Gipsverband. Für Oberarmschußfrakturen muß der Gips den ganzen Arm und den Rumpf wie eine Weste umfassen. (Der Arm darf aus Rücksicht auf den Platz im Eisenbahnwagen für den Transport nur um etwa 45 Grad im Schultergelenk abduziert werden, später ist stärkere Abduktion notwendig.) Für Oberschenkelbrüche empfiehlt es sich, um die neben der Fixierung unbedingt notwendige Extension der Fragmente zu erzielen, die Eingipsung in Semiflexion. Die Technik ist ausführlich von F. LANGE im Feldarzt (III. Teil) und in den Ergebnissen der Chirurgie und Orthopädie (Band XIII) beschrieben worden. Wenn diese Gipstechnik Gemeingut aller Ärzte wäre, und wenn am Hauptverbandplatz immer genügend Zeit zum Anlegen solcher Verbände wäre, die mindestens eine halbstündige Arbeit erfordern, dann könnte man von jedem anderen Transportverband absehen.

Tatsächlich lassen aber die Verhältnisse im Felde, namentlich bei einem Massenzugang von Verletzten, das Anlegen von Gipsverbänden nicht zu, und deshalb besteht auch für die erste Hilfe und für den Transport die Anwendung von Schienen neben dem Gips zu Recht. An Schienen für diesen Zweck ist eine ganze Anzahl während des Krieges beschrieben und empfohlen worden. Verlangt man von einer zweckentsprechenden Transportschiene, daß sie den gebrochenen Knochen zuverlässig fixiert und gleichzeitig extendiert, wie wir das tun, so schrumpft die Zahl der brauchbaren Modelle stark zusammen.

Für Oberschenkelerschußfrakturen hat 1914 LANGE<sup>4)</sup> (Abb. 598) eine Schiene beschrieben, welche diesen Anforderungen entspricht, RUMMEL<sup>5)</sup> (Abb. 599) hat im Jahre

1915 gezeigt, wie man die LANGESche Schiene durch KRAMER-Schienen behelfsmäßig ersetzen kann, und v. STUBENRAUCH<sup>6)</sup> (Abb. 600) hat im Jahre 1916 eine Transportschiene beschrieben, welche im Gegensatz zu den beiden ersten Schienen nicht in Semiflexion, sondern bei Streckstellung extendiert.

Für den Oberarm kann man mit KRAMER-Schienen einen zweckentsprechenden Verband improvisieren. LANGE hat die Schiene, welche in Abb. 601 abgebildet ist, verwandt.

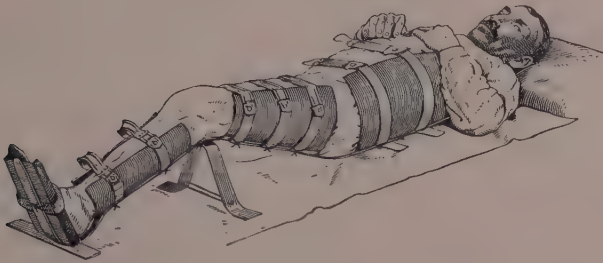


Abb. 598. Transportschiene für Oberschenkelfrakturen nach LANGE.

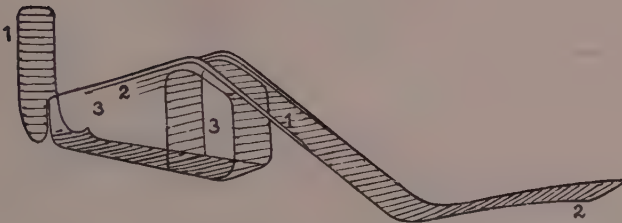


Abb. 599. Transportschiene für Oberschenkelfrakturen nach RUMMEL.



Abb. 601. Transportschiene für Oberarmfrakturen nach LANGE.



Abb. 600. Transportschiene für Oberschenkelfrakturen nach v. STUBENRAUCH.

Die LANGESchen Schienen lassen sich in wenigen Minuten anlegen, sie verhüten, wie TRUMPP bei Transporten, die er selbst begleitete, feststellte, jeden Frakturschmerz, und sie lassen sich auch in der Heimat zur Weiterbehandlung der Frakturen und zur Mobilisierung der Gelenke verwenden, wenn man an Stelle des starren Verbindungsteiles am Knie- oder Ellenbogengelenk ein auswechselbares Gelenk einfügt.

Das Prinzip, einen behelfsmäßigen Schienenhülsenapparat an Stelle der mit Binden angewickelten Schienen zu setzen, hat sich sowohl im Felde wie in der Heimat ausgezeichnet bewährt, und man sollte, mag man die technische Ausführung im einzelnen auch anders gestalten, im Interesse der Wundheilung wie der Verhütung der schweren Kontrakturen, daran festhalten.



## B. Die Behandlung der Kontrakturen.

Zur nichtoperativen Behandlung der Kontrakturen steht uns das ganze Rüstzeug der Medikomechanik, Massage, Heißluft, Gymnastik, Schienen usw., zur Verfügung. Wenn man aus der Unzahl der Leitfäden und Bücher, die über dieses Thema im Laufe der letzten 20 Jahre erschienen sind, den Schluß ziehen wollte, daß das Gebiet besonders sorgfältig ausgebaut wäre, so geht man fehl. Es mag wenige Gebiete in der Medizin geben, über die so viel dem Umfang nach und so wenig dem geistigen Gehalt nach veröffentlicht ist, als gerade über diese Frage. Zu den wertvollsten zählt meines Erachtens eine kleine Schrift, die ein Roux-Schüler, der leider im Kriege gefallene WILLY LANGE<sup>7)</sup>, veröffentlicht hat.

Uns interessiert an W. LANGES Ausführungen besonders der Satz: Der Muskel paßt sich vornehmlich an diejenige Arbeit an, durch die er geübt wird. Er wird kräftiger, und er nimmt im Querschnitt zu, wenn die Arbeit, die ihm zugemutet wird, ständig gesteigert wird und auf diese Weise als Reiz wirkt. So schafft der Athlet sich seine Kraftmuskeln durch kurzdauernde Übungen, die täglich, aber immer mit den schwersten Gewichten, die er heben kann, vorgenommen werden. Ganz anders liegt die Aufgabe für den Dauergänger. Hier kommt es darauf an, die Ansammlung von Ermüdungsstoffen zu verhüten, damit der Muskel längere Zeit hintereinander tätig sein kann, hier muß mit möglichst wenig Aufwand von Muskelkraft gearbeitet werden, dafür muß aber danach gestrebt werden, die Dauer der Arbeitsleistung ständig zu verlängern, um als Dauergeher oder Dauerschwimmer Rekordleistungen aufstellen zu können. Die Grundsätze, die W. LANGE auf Grund von theoretischen Erwägungen aufgestellt hat, stimmen vollständig mit den Erfahrungen überein, die ich im Laufe von 3 Jahrzehnten an meinen Patienten gemacht habe. Will man einen Muskel an Hubkraft leistungsfähiger machen, so sind mehrmals am Tage nur kurze Zeit ausgeführte Übungen an einfachen Widerstandsapparaten mit maximaler Kraftentfaltung allen anderen Maßnahmen überlegen. Will man Dauerleistungen nach Art der Dauergänger erzielen, so muß man die Zeit der Arbeitsleistung immer zu steigern suchen, den momentanen Aufwand an Muskelarbeit aber so gering als möglich gestalten, um den Zustand der Ermüdung möglichst hintanzuhalten.

Kommt es endlich darauf an, verkürzte Weichteile zu dehnen, so muß die korrigierende Gewalt schonend, aber lange Zeit wirksam sein, um reflektorische Muskelkontraktionen zu vermeiden.

Die Aufgabe, welche die Behandlung einer Gelenkkontraktur stellt, ist auf diese Weise klar vorgezeichnet.

An dem Beispiel einer Kniebeugekontraktur von 60—120 Grad Beweglichkeit sei sie durchgeführt. Hauptaufgabe ist, die verkürzten Weichteile in der Kniekehle zu dehnen und zu verlängern. Dafür ist eine langsam aber gut zu dosierende und schonend angreifende Anwendung der korrigierenden Gewalt notwendig (passive Gymnastik). Das kann in einfachster Weise durch zweckentsprechende Lagerung und Ausnutzung des Beingewichtes (s. Abb. 602) geschehen.

Eine derartige ständige Einwirkung des Gewichtes verträgt der Patient, je nach der Empfindlichkeit,  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  oder höchstens 1 Stunde. Dann verlangt er nach Ausschaltung der Gewichtswirkung, und dann geht selbstverständlich ein Teil der erzielten Korrektur durch Zurückfedern verloren.

An Intensität geringer, aber an Nachhaltigkeit überlegen ist die Wirkung von redressierenden Schienen, welche das jeweils erzielte Resultat fixieren und eine Korrektur in Etappen gestatten. Beispiele solcher Schienen, wie sie von F. SCHEDE angegeben sind, sind in Abb. 603—608 wiedergegeben. Sie können 6—8—12 Stunden und selbst tagelang hintereinander angewendet werden.

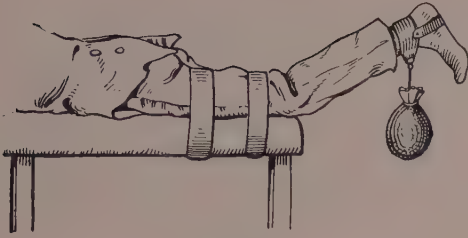


Abb. 602.  
Passives Strecken im Kniegelenk.

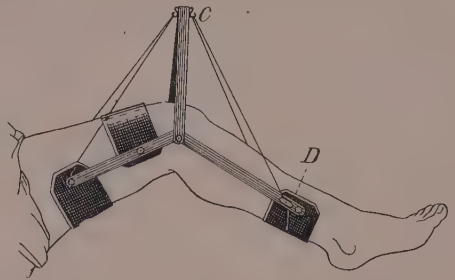


Abb. 603. F. SCHEDES redressierende Schienen.  
Kniestreckung.

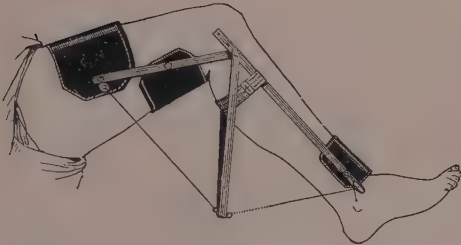


Abb. 604. F. SCHEDES redressierende  
Schienen. Kniebeugung.

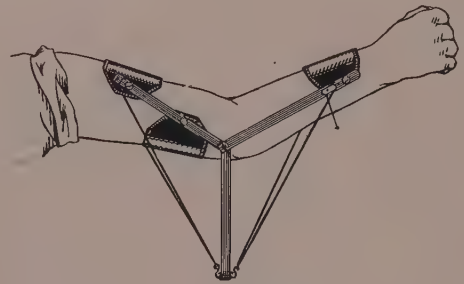


Abb. 605. F. SCHEDES redressierende Schienen.  
Ellbogenstreckung.

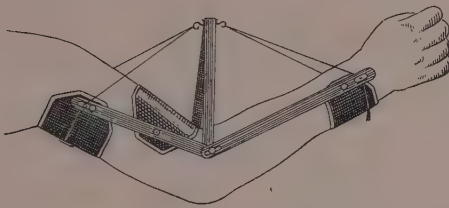


Abb. 606. F. SCHEDES redressierende Schienen.  
Ellbogenbeugung.

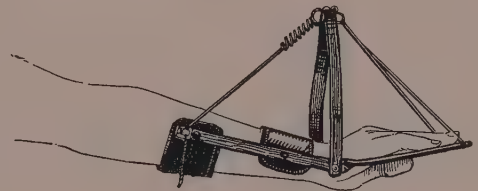


Abb. 607. F. SCHEDES redressierende Schienen.  
Handstreckung.

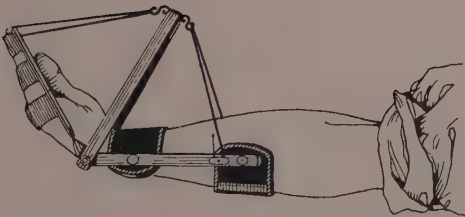


Abb. 608. F. SCHEDES redressierende  
Schienen. Handbeugung.

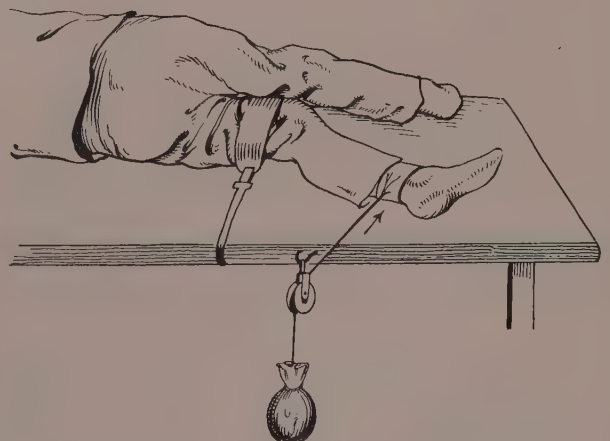


Abb. 609. Aktive Kniestreckung nach LANGE.

Die zweite Aufgabe ist, dem überdehnten und atrophischen Quadrizeps seine alte Kraft wiederzugeben (aktive Gymnastik). An erster Stelle stehen dafür aktive Widerstandsübungen mehrmals am Tage, aber nur kurze Zeit, 5—10—15 Minuten, und immer mit dem höchstmöglichen Gewicht ausgeführt. Die Wirkung der vielfach überschätzten Pendelapparate steht in der Beziehung hinter den einfachen Rollapparaten, wie sie in Abb. 609 wiedergegeben sind, weit zurück.

Zur Kräftigung des Muskels kommt außerdem Massage in Frage. Dabei ist sorgfältig auf Schwielen und isolierte Kontrakturen einzelner Muskelstränge zu achten. Wertvolle Hinweise auf diese in der Literatur sehr stiefmütterlich behandelten Veränderungen finden sich in dem Buche der Massage von MÜLLER-Gladbach und in den Arbeiten von SCHADE, F. LANGE und G. EVERSBUCH über Muskelhärtungen (M. Med. W. 1920 u. 1921).

Endlich muß für eine reichliche Durchblutung des atrophischen Muskels gesorgt werden. Dafür steht die Heißluftbehandlung, die Diathermie, die Sonne und die Quarzlampe zur Verfügung. Das ist das Schema für die medikomechanische

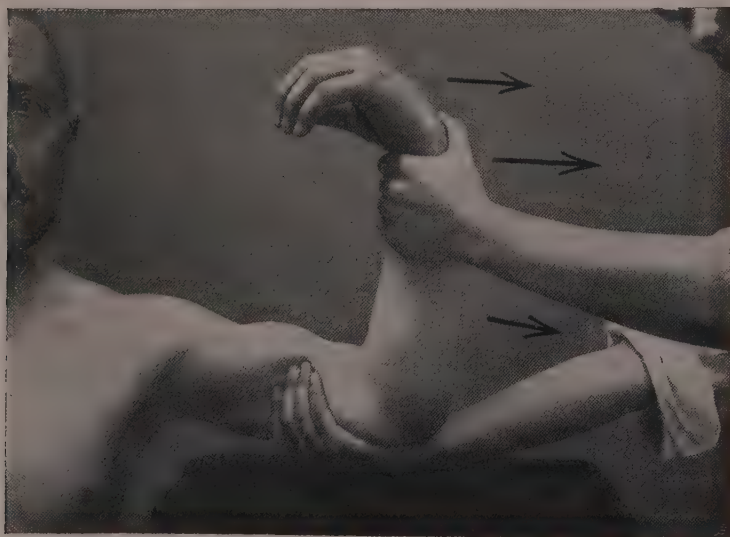


Abb. 610. Passive manuelle Streckung im Ellbogengelenk.

Behandlung jeder Kontraktur. Durchführen läßt sich dieses Prinzip auf die verschiedenste Weise, und deshalb müssen die verschiedenen Methoden auf ihre Brauchbarkeit hin noch kritisch besprochen werden.

#### a) Die manuelle Gymnastik.

Es ist klar, daß die Aufgaben der passiven wie der aktiven Gymnastik sich einwandfrei erfüllen lassen durch die Hand der Gymnasten. Die Art der Ausführung bei einer Ellenbogenbeugekontraktur zeigen die zwei dem HECHTSchen<sup>8)</sup> Buche entnommenen Abb. 610 u. 611.

Wenn der Gymnast sich jedem einzelnen Patienten einige Stunden widmen kann, so kann er genau das gleiche erreichen wie mit Apparaten. Bei Massenbetrieben, wie sie ein orthopädisches Lazarett verlangt, ist aber eine ausreichende Behandlung mit dieser Methode ausgeschlossen. Abgesehen davon sind gute Gymnasten, welche die ständig notwendig werdende Steigerung der Arbeitsleistung tatsächlich bei der aktiven Widerstandsgymnastik wirklich ausführen, selten. Noch seltener sind Gym-



nasten, welche die passive Dehnung der verkürzten Weichteile bei einer Gelenkkontraktur mit dem Optimum an Kraftentfaltung besorgen. Weibliche Helferinnen leisten in der Beziehung meist zuwenig, männliche Laienhelfer meist zuviel. Wer einmal den Kampf zwischen dem Patienten, der den Schmerz vermeiden will, und einem rohen Gymnasten beobachtet und die infolge der gewaltsamen Distorsion des kranken Gelenkes gesetzten Blutungen gesehen hat, der wird das manuelle Redressement einer Gelenkkontraktur durch Laienmasseure ablehnen.

#### b) Die Rollengewichtszug-Gymnastik.

Die einfachsten Apparate zur aktiven und passiven Gymnastik stellen die über Rollen verlaufenden Gewichtszüge dar. Die Art der Ausführung zeigen Abb. 612—618.

Die passiven Übungen werden täglich 1—2mal  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ —1 Stunde, die aktiven Übungen 2—3mal täglich 5—15 Minuten lang ausgeführt. Diese Apparate über-



Abb. 611. Aktive Streckung im Ellbogengelenk unter Widerstand.

treffen nach unserer Erfahrung nicht nur an Einfachheit, sondern auch an Wirksamkeit die kostspieligsten Pendelapparate. Für Lazarettzwecke haben wir alle notwendigen Züge an einem Gestell anbringen lassen, das Abb. 619 wiedergibt.

Eine besondere Form des Gewichtszuges hat KOPITZ<sup>9)</sup> beschrieben. Das Bein wird durch Gewichtszüge nach entgegengesetzten Seiten in einer Gleichgewichtsschwebe gehalten. Durch Steigerung des einen oder anderen Gewichtes kann die Muskularbeit sehr genau reguliert werden. Das System eignet sich besonders für sehr schwer geschädigte Muskeln.

Rollenapparate am Bett zur Selbstbedienung hat FUCHS<sup>10)</sup> beschrieben. Sie können in der Hand von willigen und intelligenten Patienten sehr Gutes leisten.

#### c) Die Pendelapparate.

Die Wirkung der Pendelapparate ist vor dem Kriege zweifellos überschätzt worden. SCHEDE sagt mit Recht, daß sie mehr zur Verhütung von Versteifungen, als zur Mobilisierung von vorhandenen Gelenkkontrakturen sich eignen, und daß

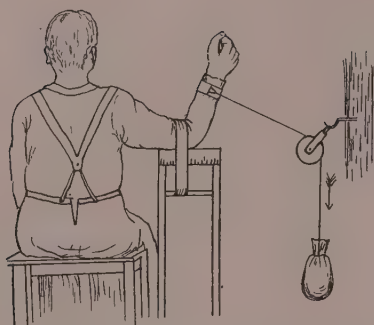


Abb. 612. Passive Streckung im Ellbogengelenk. Nach LANGE.

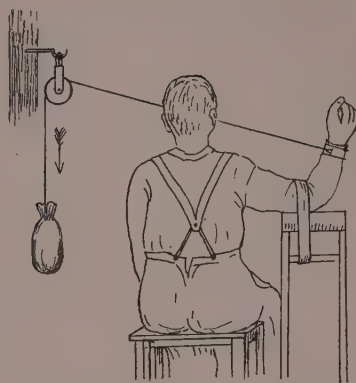


Abb. 613. Aktive Streckung im Ellbogengelenk. Nach LANGE.



Abb. 614. Passives Heben des Oberarmes nach hinten. Nach LANGE.

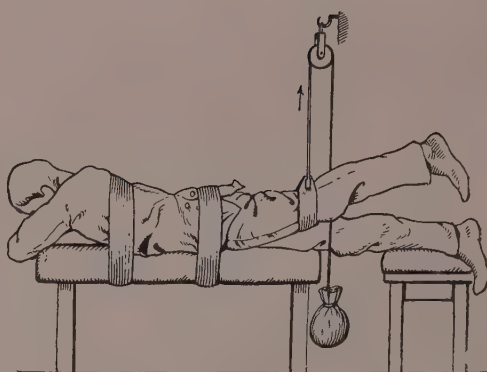


Abb. 615. Passives Überstrecken des Oberschenkels. Nach LANGE.

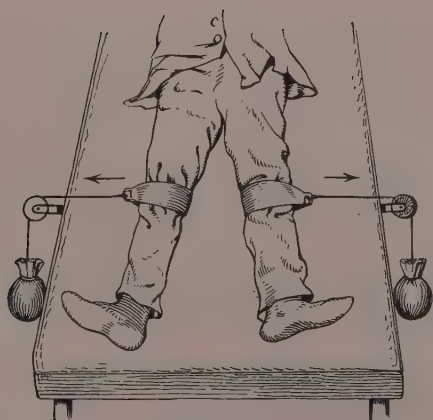


Abb. 616. Passives Abduzieren der Oberschenkel. Nach LANGE.

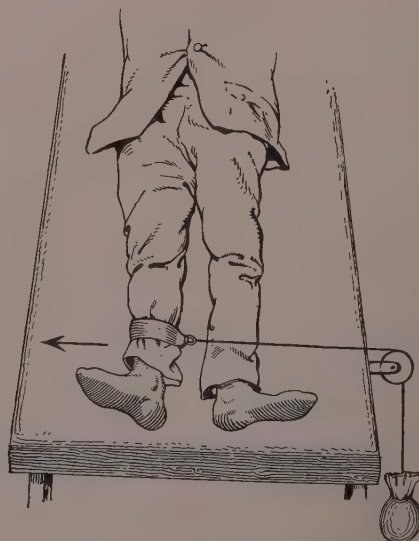


Abb. 617. Aktives Abduzieren des Oberschenkels. Nach LANGE.

ihre Hauptwirkung darin besteht, daß sie ähnlich wie die Massage hyperämiefördernd, schmerzstillend und resorptionsfördernd wirken. Der hohe Preis der ZANDER- und KRUKENBERGSchen Pendelapparate hätte die Anwendung in Lazaretten in großem Maßstabe überhaupt unmöglich gemacht, wenn es nicht ENGELHARD gelungen wäre,

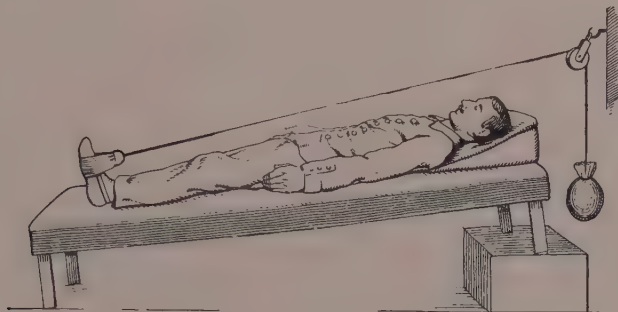


Abb. 618. Passive Dorsalflexion zur Bekämpfung des Spitzfußes. Nach LANGE.

das ganze System durch Montierung auf einen einzigen Tisch wesentlich zu vereinfachen und zu verbilligen (s. Abb. 620). v. BAEYER hat die gleichzeitige Extension des kranken Gelenkes während der Pendelübungen empfohlen — ein Gedanke, der wohl der eingehenden Nachprüfung wert erscheint. Behelfsmäßige pendelähnliche Vorrichtungen haben DEUTSCHLÄNDER<sup>11)</sup> und STEIN beschrieben.

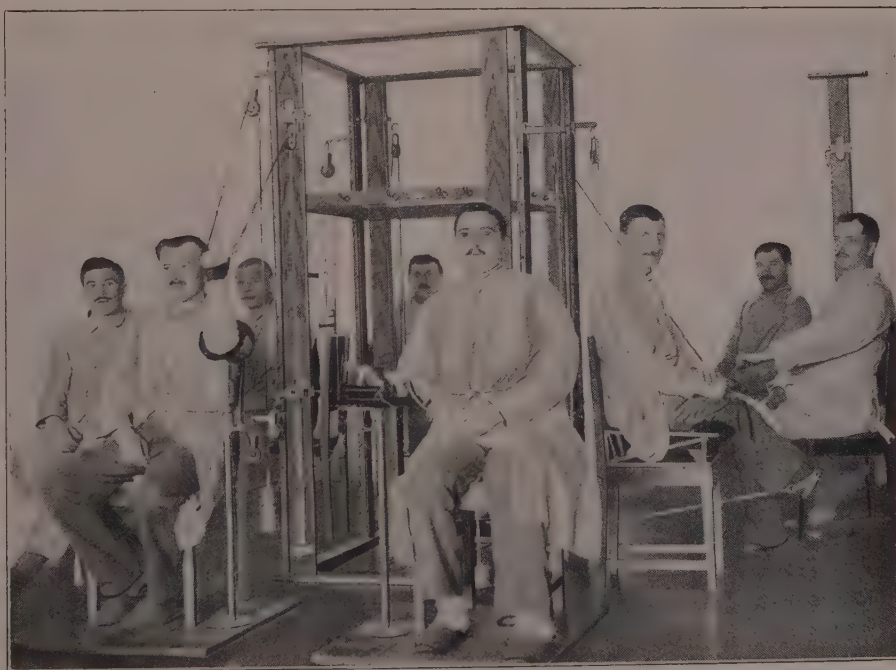


Abb. 619. Turnapparat für aktive und passive Gymnastik. Nach LANGE.

#### d) Die redressierenden Apparate und Verbände.

Jede erhebliche Dehnung der verkürzten Weichteile einer Gelenkkontraktur macht dem Patienten Schmerzen. Er sucht dieselbe zu vermeiden, indem er den antagonistisch wirkenden Muskel unwillkürlich anspannt. Die stärksten, bis zum



chronischen Krampf sich steigenden Muskelkontraktionen beobachtet man bei rohen manuellen Redressements. Aber auch bei forcierter Pendelarbeit können solche Krämpfe auftreten. Je schonender die Dehnung ausgeführt wird, desto geringer ist der Widerstand des Patienten.



Abb. 620. Pendeltisch nach W. ENGELHARD.

Am schonendsten geht man vor, wenn man in Etappen redressiert und dem Patienten in der Zwischenzeit Gelegenheit gibt, den anfänglichen Schmerz ausklingen zu lassen. So arbeiten zweckmäßig konstruierte redressierende Apparate und Ver-

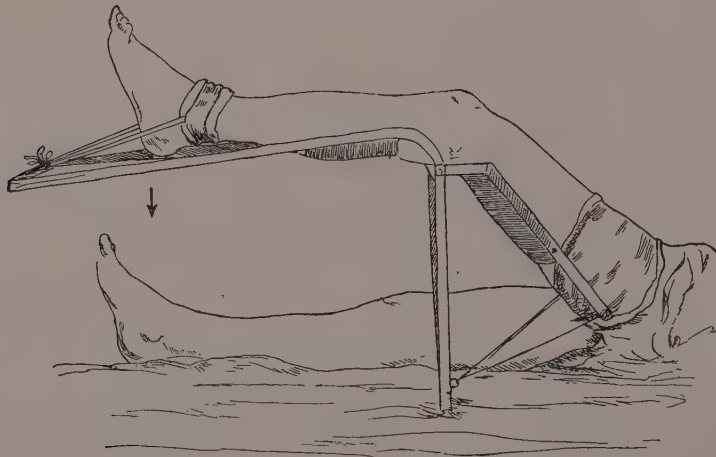


Abb. 621. [Schiene nach F. SCHEDE zur Mobilisierung der Kniestreckkontrakturen.

bände, und darauf beruht ihre Überlegenheit gegenüber dem manuellen Redressement, den Pendelapparaten und selbst gegenüber dem Rollengewichtszug.

Die Kraft, welche zu Korrekturen angewandt wird, kann eine verschiedene sein.

Am einfachsten gestaltet sich die Anwendung der Schwerkraft. Der in Abb. 621 abgebildete Apparat zeigt, wie SCHEDE das Eigengewicht des Beines benutzt hat,

um Kniestreckkontrakturen zu beugen. Wird in einem solchen Lagerungsapparat das Bein sich selbst überlassen, so spannt sich zunächst der Quadrizeps an und verhindert das Sinken des Unterschenkels in Beugestellung. Allmählich aber ermüdet er, und nun bewirkt das Gewicht des Beines eine Dehnung der verkürzten Weichteile.



Abb. 622. KRAMER-Schiene zur passiven Streckung im Ellbogengelenk.



Abb. 623. KRAMER-Schiene zur passiven Bewegung im Ellbogengelenk.



Abb. 624. KUCKENBERG'S Handschuh zur Fingerbeugung.



Abb. 625. Scherenschiene nach F. SCHEDE zur Streckung von Beugekontrakturen der Finger.

Eine andere redressierende Kraft liefert uns der Zug, mag er nun durch Schnüre, Gummibänder, Spiralfedern oder Degenklingen ausgeführt werden. Soll er lange Zeit gut vertragen werden, so müssen Vorrichtungen vorhanden sein, welche ihn zeitweise ausschalten, das erzielte Resultat aber festhalten. Ausgezeichnetes leisten die von

SCHEDE mit Ing. KAUFMANN zusammen konstruierten und 1914 veröffentlichten Bandeisenschienen (siehe Abb. 603–608). Sie haben vielfach Abänderungen durch SPITZY, KROISS, BIDDER, KRÖBER, SCHEPELMANN u. a. erfahren. Doch ziehen wir selbst im allgemeinen die SCHEDESchen Originalschienen vor.

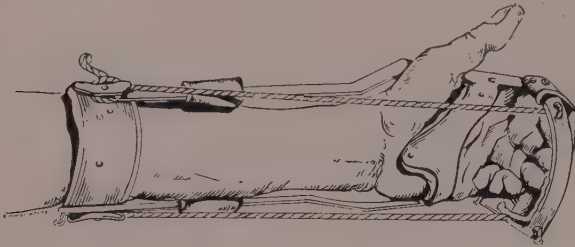


Abb. 626. Faustschlußschiene nach LANIEWSKI.

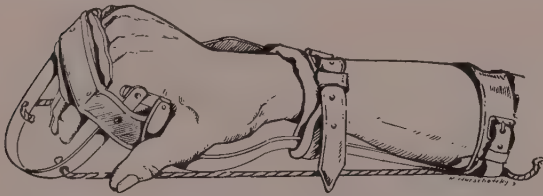


Abb. 627. Faustschlußschiene nach LANIEWSKI zur Beugung der Grundglieder.

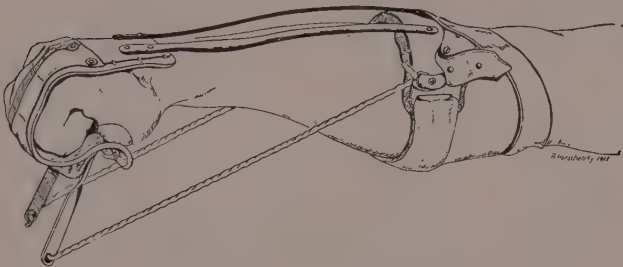


Abb. 628.

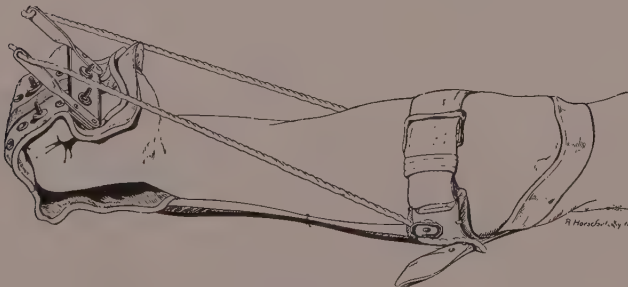


Abb. 629.

Abb. 628 u. 629. Faustschlußschiene nach LANIEWSKI zur Beugung der Mittel- und Endglieder.

Als Nachteil haben wir nur in einzelnen Fällen den Druck der harten Pelotte empfunden. MIETENS und BACHHAMMER haben in meinem Lazarett gezeigt, wie man durch behelfsmäßige Benutzung der KRAMERSchienen zum Redressement diesen harten Plattendruck durch weiche Züge ersetzen kann (siehe Abb. 622 u. 623<sup>12</sup>). Die größten Schwierigkeiten hat das Redressement der Fingerkontrakturen gemacht, weil die Angriffsfläche verhältnismäßig klein ist. Eine sehr einfache Vorrichtung bildet der KRUKENBERGsche Handschuh (Abb. 624), welcher die Finger im ganzen beugt. Besser auf die einzelnen Phalangen wirken die im Münchener Fürsorgelazarett von F. SCHEDE und LANIEWSKI konstruierten Schienen, welche in Abb. 625–627 abgebildet sind.

PORT hat an Stelle der abnehmbaren Schienen gelenkige Leimverbände mit redressierenden Spiralfedern empfohlen. Mit dieser Technik lassen sich zweifellos die Aufgaben, welche das Redressement einer Gelenkkontraktur stellt, sehr wirksam und sehr schonend lösen. Diese Verbände haben aber den großen Nachteil, daß sie die Pflege der Haut und Muskulatur durch Massage, Heißluft, Sonnenbäder usw. unmöglich machen. Eine ausgedehnte Verwendung hat diese Methode in anderen Lazaretten meines Wissens nicht gefunden.

Unsere Ausführungen zeigen, daß uns ein ausgiebiges Rüstzeug zur nichtoperativen

Beseitigung der Kontrakturen zur Verfügung steht. Von den Apparaten allein ist aber nicht das Allheil zu erwarten. Mindestens ebenso wichtig ist die Art der Anwendung der Apparate. Am meisten gefehlt wird darin, daß auf die medikomechanische Behandlung zu wenig Zeit verwandt wird. 1–2 Stunden Aufenthalt im Turnsaal genügen nicht, um eine starre Kontraktur zu beseitigen, sondern Tag und Nacht



muß mit den redressierenden Schienen oder Lagerungsapparaten an der Korrektur gearbeitet werden. Und deshalb ist für alle schwereren Kontrakturen stationäre Behandlung in einem orthopädischen Sonderlazarett zu fordern und die Behandlung einem erfahrenen Facharzt zu übergeben. Mit dem geistlosen Rütteln und Schütteln an den versteiften Gelenken, wie es die Medikomechaniker der alten Schule während des Krieges getan haben, ist dem Patienten nicht gedient, für den wissenschaftlich denkenden, sorgfältig beobachtenden und individuell handelnden Arzt bildet aber die Behandlung der Gelenkkontrakturen eine außerordentlich dankbare und auch reizvolle Aufgabe.

#### Literatur.

<sup>1)</sup> BAEYER, v., M. Med. W. 1915 Nr. 40. — <sup>2)</sup> ANSINN, M. Med. W. 1916 Nr. 8; Zbl. f. Chir. 1916 S. 16. — <sup>3)</sup> BÖHLER, M. Med. W. 1918 Nr. 3. — <sup>4)</sup> LANGE, Feldarzt III. Teil. — RUMMEL, M. Med. W. 1915 Nr. 48. — <sup>5)</sup> STUBENRAUCH, v., M. Med. W. 1916, Nr. 15. — <sup>6)</sup> LANGE, WILLY, Über funktionelle Anpassung. J. Springer, Berlin 1917. — <sup>7)</sup> HECHT, Nachbehandlung Kriegsverwundeter. Wien u. Leipzig 1916. — <sup>8)</sup> KOPITZ, Zeitschr. f. orth. Chir. Bd. 35. — <sup>9)</sup> FUCHS, M. Med. W. 1915 Nr. 47. — <sup>10)</sup> DEUTSCHLÄNDER, M. Med. W. 1915 Nr. 50. — <sup>11)</sup> MIETENS und BACHHAMMER, M. Med. W. 1915 Nr. 21.

## 2. Die operative Behandlung der Kontrakturen und Ankylosen.

Von Prof. Dr. MARTIN KIRSCHNER in Königsberg i. Pr.

Im Kriege stellvertretender beratender Chirurg im III. Bayer. A.-K., Stabsarzt d. Res.

Mit 67 Abbildungen im Text.

### Allgemeine Vorbemerkungen.

Ein Teil derjenigen Kontrakturen und Ankylosen, bei denen die mediko mechanische Behandlung keinen oder keinen befriedigenden Erfolg erzielt oder von vornherein aussichtslos erscheint, kann durch operative Eingriffe gebessert oder geheilt werden. Die Grundlage jeder sinngemäßen operativen Therapie ist die Erkenntnis der in dem vorliegenden Falle die Bewegungsbehinderung bedingenden Ursache. Wir unterscheiden nach der Ursache der Bewegungsstörung folgende Formen der Kontrakturen und Ankylosen:

1. die dermatogenen und die desmogenen Kontrakturen,
2. die myogenen und die tendogenen Kontrakturen,
3. die arthrogenen Kontrakturen und Ankylosen,
4. die neurogenen Kontrakturen.

Die im Kriege erworbenen Kontrakturen gehören noch seltener als die im Frieden entstandenen Kontrakturen zu einer dieser Gruppen allein. Durch Schußverletzungen, namentlich durch die Schußverletzungen der Artilleriegeschosse, werden häufig Haut, Unterhautzellgewebe, Faszien, Muskulatur und Gelenke gleichzeitig so ausgiebig geschädigt, so daß es bei der Heilung infolge von Narbenbildung zu verschiedenartigen Kombinationen von dermatogenen, desmogenen, myogenen und arthrogenen Kontrakturen kommt. Auch bleiben an Schußverletzungen sich anschließende Eiterungen zumeist nicht auf eines dieser genannten Gewebe beschränkt, sondern befallen auch die Nachbargewebe und lassen sie an der entstehenden Kontraktur teilnehmen. Aber selbst bei den anfänglich durch eine einzige Gewebsart bedingten Kontrakturen tritt nach längerer Zeit die uns bereits aus dem Frieden geläufige Erscheinung auf, daß auch die übrigen bei der Gelenkbewegung beteiligten Gebilde sekundäre Veränderungen erleiden. Macht also die Kontraktur eines Muskels auf die

Dauer Bewegungen in einem Gelenk in normalem Ausmaße unmöglich, so geht auch das Gelenk selbst, und es gehen auch die Antagonisten allmählich bewegungsbehindernde Veränderungen ein.

Derartige sekundäre Behinderungen der Beweglichkeit pflegen auch bei den neurogenen Kontrakturen mit der Zeit zu entstehen, die an sich primär fast stets reine Fälle ihrer Art sind, da die eine Bewegungsbeschränkung bedingende Verletzung eines Nerven zumeist in beträchtlicher Entfernung vom Gelenke selbst erfolgt. So bilden sich beispielsweise bei einer lange bestehenden Lähmung des Nervus radialis schließlich schwere Veränderungen auch des muskulären Beugeapparates und der Gelenke der Hand und der Finger aus, die unabhängig von der durch die Nervenunterbrechung bedingten Streckfähigkeit auch die übrige Beweglichkeit der Hand nachteilig beeinträchtigen können.

Infolgedessen sind die zur operativen Behandlung gelangenden Kontrakturen zumeist „Kombinationskontrakturen“. Doch bietet die Beurteilung, welches der vorhandenen Hindernisse als die Hauptursache der Ankylose anzusehen ist, in der Regel keine erheblichen Schwierigkeiten.

### **A. Die operative Behandlung der dermatogenen und desmogenen Kontrakturen.**

Die Behandlung der dermatogenen und desmogenen Kontrakturen besteht in der radikalen Exstirpation des narbig veränderten Gewebes und Deckung des so entstandenen Defektes durch normale Haut mit normalem Unterhautzellgewebe. Unvollständige Entfernung der Narbenmassen hat ungenügenden funktionellen Erfolg oder Wiederkehr der Bewegungsstörung zur Folge. Bei tiefgreifenden Narbenbildungen ist bei ihrer Beseitigung die sorgfältige Schonung funktions- und lebenswichtiger Gebilde, namentlich größerer Gefäße und Nerven wichtig, wegen der Veränderung der Gewebe aber oft schwierig. Diese Grundsätze gelten auch für die Behandlung der Dupuytrenschen Fingerkontraktur, deren Entstehung u. a. im Anschluß an Verletzungen des N. ulnaris im Kriege mehrfach beobachtet wurde.

Durch Narbenexzision entstandene kleinere Hautdefekte lassen sich durch direkte Naht vereinigen, unter Umständen nach Unterminierung der Wundränder oder nach Anlegung seitlicher Entspannungsschnitte, die ihrerseits durch Thierschsche Transplantation sofort gedeckt werden können. Dabei ist die Form und die Richtung wichtig, die der Wunde bei der Exzision von Schwielen etwa gegeben werden kann. So lassen sich beispielsweise eine Extremität spiralförmig umkreisende Defekte relativ leicht zusammenziehen (PAYR). Den durch die Exstirpation der Narbenmassen entstandenen Substanzverlust mit Thierschischen Transplantationen zu decken, empfiehlt sich nicht, da unter dieser dünnen Epithelbedeckung zumeist neue schrumpfende Narben entstehen. Größere Hautverluste, die sich durch direkte Naht nicht decken lassen, sind daher mit Hautlappen auszufüllen, die aus der unmittelbaren oder mittelbaren Nachbarschaft entnommen oder aus größerer Entfernung vorübergehend gestielt entlehnt werden. Für Hautverluste an Unterarm und Fingern kommt als Materialsponder namentlich die Haut der Brust und des Bauches in Betracht. Auch hier soll die Haut im Zusammenhange mit dem subkutanen Fettgewebe verpflanzt werden, um dem Wiedereintritt einer Narbenkontraktur vorzubeugen. Nur an der Hand wird man sich bei fettreichen Individuen bisweilen nur mit der Kutis oder Thierschischem Lappen begnügen, um die feingliedrigen Finger durch dicke Lappen nicht unförmig zu gestalten (Abb. 630 u. 631).

Die durch Narbenkontraktur der Wange bedingte Kieferankylose erfordert den Ersatz der veränderten Weichteile durch auf beiden Seiten epithelierte Gewebe. Nur in einem Bruchteil der Fälle reicht die nach Mobilisierung aus

der Wange oder von der Zunge gewinnbare Schleimhaut zur Deckung des Schleimhautdefektes aus. In anderen Fällen muß der Ersatz durch Hautepithel erfolgen. Man kann das dadurch erreichen, daß man den zur Deckung des äußeren Wangen-defektes bestimmten Lappen, der vom Halse, vom Nacken oder als Pistolenlappen von der Stirn-Kopfhaut genommen werden kann, so groß schneidet, daß er im Bereiche des Defektes gedoppelt werden kann und im Bereiche des Defektes sowohl das Epithel der Außenhaut wie der Schleimhaut ersetzt; dieses früher allgemein gebräuchliche Verfahren liefert unförmig dicke und feste Lappen, die den Bewegungen des Kiefers einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzen. Ungleich bessere kosmetische und funktionelle Resultate erhält man, wenn man den Pistolenlappen auf der dem Munde zugewandten Seite thierscht oder mit frei überpflanzter Schleimhaut bekleidet.

Mehrfache Versuche haben mich erkennen lassen, daß der von LEXER zur Ernährung seines Pistolenlappens geforderte Hautanteil des Stieles eine unnötige, die Plastik komplizierende und erschwerende Zugabe bildet, und daß es möglich ist, die in Frage kommende Stirn- und Kopfhautstelle dergestalt zu verpflanzen, daß sie untvölliger Verzichtleistung auf den Hautteil lediglich an den Vasatemporalia gestielt wird, und in der Ernährung ausschließlich auf diese Gefäße angewiesen ist.

Ich gehe in derartigen Fällen nunmehr so vor, daß ich im Bereiche der Stirn eine entsprechende Hautinsel umschneide und von dem Schnitttrand entlang dem Verlauf der Temporalgefäße einen Hautschnitt bis vor das Ohr mache. Die Hautinsel, deren Unterlage 8 Tage vorher entsprechendenfalls epithelisiert wurde, wird nunmehr gelöst und im Zusammenhang mit den vor dem Ohr gestielten Temporalgefäßen vom Knochen abpräpariert. Durch Unterminierung der zwischen dem Defekt und zwischen dem Temporalstiel befindlichen Hautbrücke wird der Lappen durchgezogen und in den Defekt eingenäht, wobei die Gefäße unter die Hautbrücke zu liegen kommen. Der durch die Transplantation des Lappens entstandene Defekt wird gethierscht, der Hautschnitt zur Freilegung der Temporalgefäße vernäht.

Die Vorteile dieses Verfahrens bestehen darin, daß die Plastik in einem Akt, gleichsam in einem Guß durchzuführen ist, indem die sonst notwendige Durchtrennung und Rückverlagerung des Stieles und die erst in dieser Sitzung mögliche Vollendung der Einnähung des Transplantates in Fortfall kommt. Weiterhin ist die transplantierte Hautinsel im dauernden Zusammenhang mit ihren zu- und abführenden Gefäßen und damit in ungestörtem Genusse der altgewohnten Ernährung. Es ist zu erwarten, daß eine spätere Schrumpfung, Verdickung oder Ödembildung nicht erfolgt, wodurch die bei dem Pistolenlappen vielfach beobachtete unschöne Niveaudifferenz und das starke Hervortreten der Hautnarbe in Wegfall kommen. Die durch die Temporalgefäße vermittelte Ernährung der Hautinseln ist nach meiner Erfahrung

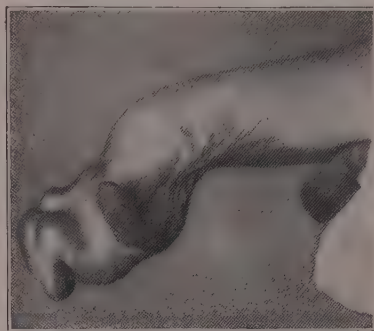


Abb. 630. Hochgradige Fingerkontraktur nach Verbrennung.  
(Eigene Beobachtung.)

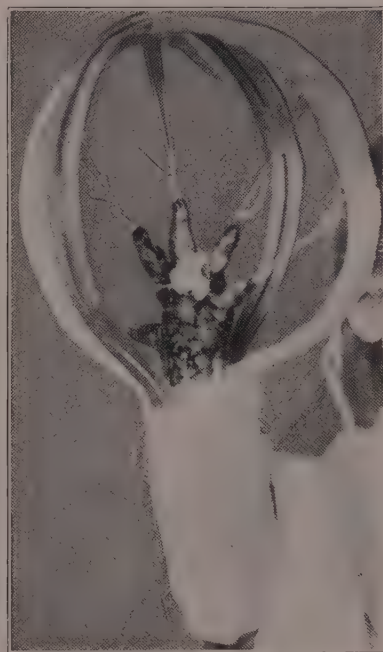


Abb. 631. Derselbe Fall.  
Streckung der Finger nach Exzision aller kontraktierenden Narben. Deckung der Defekte durch freie transplantierte Hautlappen. Streckverband mit Drahtextension durch die Fingerendglieder. E. B.



gut. Die Gefahr der Thrombosierung der Temporalgefäße erscheint bei dem neuen Verfahren eher geringer als bei dem alten, da sie hier sofort in das lebensfrische Gewebe der Wange versenkt werden, während sie dort bis zur endgültigen Durchtrennung außergeweblich über die Wangenhaut verlaufen. Die Gefahr der Verletzung bei ihrer Präparation ist geringer, als ich erwartet hatte.

## B. Die operative Behandlung der myogenen und tendogenen Kontrakturen.

Bei Verkürzung des Muskelsehnenapparates ist seine operative Verlängerung erforderlich. Die Verlängerung wird im allgemeinen im Bereiche des sehnigen Teiles vorgenommen, da hierdurch das kontraktile Gewebe keiner direkten Schädigung ausgesetzt wird. Während früher die subkutane Tenotomie mit Rücksicht auf die mangelhafte Beherrschung der Asepsis ihre Berechtigung hatte, wobei die einfache Form der queren Durchtrennung in Anwendung kommen mußte, wird heute die offene plastische Sehnenverlängerung mit Recht bevorzugt. VULPIUS hat u. a. darauf hingewiesen, daß die quere Tenotomie häufig eine übermäßige, die Funktion behindernde oder ausschaltende Verlängerung und eine schwere Atrophie des Bewegungsapparates nach sich zieht. Bei der plastischen Sehnenverlängerung wird die Sehne zumeist z-förmig durchtrennt und nach entsprechender Verlängerung in ihrer Kontinuität durch Naht wiederhergestellt.

Wenn der Muskel nur eine kurze Sehne bildet, wie beispielsweise der *M. pectoralis major*, der *M. latissimus dorsi*, so reicht der sehnige Teil nicht aus, um bei treppenförmiger Verlängerung den gewünschten Ausgleich herbeizuführen. Der trennende Schnitt kann alsdann ohne wesentlichen Schaden auf das Muskelfleisch übergreifen.

VULPIUS empfiehlt das von ihm so bezeichnete „Rutschenlassen der Sehne“, namentlich bei der Achillessehne. Er geht folgendermaßen vor:

Ein V-förmiger Schnitt, mit der Spitze nach dem Muskel gerichtet, durchtrennt das den Muskel deckende Sehngewebe am Übergange in den muskulösen Teil. Die Verlängerung wird nunmehr durch gewaltsame Dehnung in der Weise herbeigeführt, daß der Sehnenansatz an dem Muskelrest heruntergerissen wird, wobei er an ihm abwärts gleitet, ohne daß eine Kontinuitätstrennung zustande käme.

Außer an der Achillessehne läßt sich dieses Verfahren an den meisten anderen Sehnen verwenden, so an der dorsalen Muskelgruppe des Unterschenkels beim Hackenfuß, an den *M. peronei* beim Plattfuß, an den Flexoren des Oberschenkels bei Kniekontraktur, an den Flexoren des Unterarms, am kontrahierten Bizeps u. a.

Ist von zwei Muskeln mit annähernd gleicher Funktion der eine narbig verkürzt, so kann die Verlängerung auch dadurch erzielt werden, daß der verkürzte Muskel an seinem Ansatz quer durchtrennt und nach Ausgleich der Kontraktur seitlich an den gesunden Muskel angenäht wird. So rät HOHMANN, den nach Infektion der Ellenbogenbeuge des öfteren narbig verkürzten *M. brachialis int.* an der *Tuberos. ulnae*, seinem Ansatz, abzutrennen und nach Streckung des Ellenbogengelenkes an die Bizepssehne seitlich anzunähen.

Ist die Verkürzung des Muskelsehnenapparates durch eine umschriebene, seine ganze Dicke durchsetzende, mit der Umgebung fest verwachsene Narbe bedingt, wie das nach Verlusten großer Muskelabschnitte durch Granatsplitter oder infolge langwieriger Eiterungen vorkommt, so empfiehlt es sich, unter Verzicht auf eine Sehnenverlängerung die Narbenschwielen im Muskel in ihrer Gesamtheit zu entfernen und den entstandenen Defekt durch Naht primär zu schließen. SALOMON hat sogar bei einer Fingerkontraktur nach Herausnahme einer faustgroßen Schwielen in der Vorderarmmuskulatur die Heilung des Defektes mit gutem Erfolg sich selbst überlassen; dabei soll sein Vorgehen nicht etwa zur allgemeinen Nachahmung empfohlen werden, da mit irgendwelcher Regelmäßigkeit auf die Ausfüllung der Lücke durch

kontraktilen Muskelgewebe im Sinne BIERs nicht zu rechnen ist. Man soll vielmehr in jedem Falle versuchen, die Muskelstümpfe durch Naht zu vereinigen.

Sind die langen Muskeln der Finger (bezüglich der Zehen) auf weite Strecken narbig degeneriert und sind die zugehörigen Sehnen und ihre Umgebung gesund — z. B. bei ischämischer Muskelkontraktur —, so ist es zweckmäßiger, die z-förmige Verlängerung in den Bereich der geschädigten Muskeln zu verlegen, als die empfindlichen gesunden Sehnen anzugehen und hierdurch ihre Gleitfähigkeit zu gefährden. Nach auf diese Weise behobener Kontraktur kehrt bisweilen die Beweglichkeit durch Ausnutzung kontraktionsfähig gebliebener Muskelreste in vorher nicht für möglich gehaltenem Ausmaße wieder.

Bei der operativen Verlängerung des Muskelapparates ist darauf zu achten, daß etwaige im interstitiellen Bindegewebe oder in den Faszien gelegene Narben ebenfalls gründlich beseitigt werden. Derartige hemmende Strangbildungen sind beim Versuche, die Kontraktur nach Verlängerung der verkürzten Muskeln und Sehnen auszugleichen, unschwer zu finden. Ist durch Schrumpfung des *M. tensor fasciae latae* oder der *Fascia lata* eine Beugekontraktur des Hüftgelenkes bedingt, oder behindert eine Narbenbildung des *Lacertus fibrosus* und der zugehörigen Unterarmfaszie die Streckung des Ellenbogens, so werden die Narben dieser Gebilde extirpiert.

In den Fällen, in denen die Kontrakturestellung eines Gliedes nicht auf eine Verkürzung des Muskelsehnenapparates selbst, sondern auf Verwachsungen dieser Gebilde mit der Umgebung beruht, erübrigt sich eine Verlängerung; es ist lediglich die dauernde Beseitigung der Verwachsungen anzustreben (*Myolyse*, *Tendolyse*). Besonders häufig haben Fingerversteifungen nach Verletzungen oder Eiterungen ihren Grund in Verwachsungen der Beugesehnen im Bereiche der Hohlhand. Die operative Lösung dieser Verwachsungen ist leicht. Schwierig ist es dagegen, ihren Wiedereintritt zu verhindern. Ein Haupterfordernis ist, daß die deckende Hautschicht keine schweren narbigen Veränderungen aufweist, da sonst unfehlbar neue Verbindungen der Hautnarbe mit der Sehne erfolgen. Derartige Hautnarben müssen exzidiert und der Defekt durch Hautplastik mit reichlichem subkutanen Fettgewebe ersetzt werden. Zur Freilegung unter normaler Haut gelegener verwachsener Sehnen sind Lappenschnitte zu bevorzugen, damit die spätere Hautnarbe sich nicht mit der Sehne deckt, falls es nicht möglich ist, von zwei Schnitten aus an das Operationsgebiet durch Tunnelierung heranzukommen. SPITZY empfiehlt zur Vermeidung neuer Verwachsungen die Einbettung der gelösten Sehnen in steriles Schweineschmalz. Ich habe mich oft des von WEDERHAKE empfohlenen ausgelassenen homoioplastischen Fettes anscheinend mit Vorteil bedient. Dieses Mittel läßt sich auch nach Abschluß der Operation noch öfter durch Einspritzung an Ort und Stelle bringen. BIESALSKI und WOLLENBERG raten, die gelösten Fingersehnen in Lappen einzuhüllen, die der Sehnenscheide des *Ext. dig. long.* oder des *Tibialis ant.* entnommen werden (Abb. 632). Auch die Einschneidung in frei transplantiertes Fett, in einen Fettfasziencylinder, in einen Faszienzylinder oder in eine transplantierte Vene ist versucht worden. GLAESSNER hat mit der Einscheidung verwachsener Fingersehnen in Faszien- und in Fettlappen nahezu normale Beweglichkeit erzielt. HENSCHEN empfiehlt neuerdings, den Gewebskanal durch wiederholtes Durchfegen mit einem zusammengerollten Gazestreifen oder einem Gummirohr, die mit Schweinefett, Vioformparaffin oder Humanol beschickt sind, mechanisch auszuschleifen.

Zeigt es sich bei der Präparation von Narbenmassen, daß das Sehnengewebe in größerer Ausdehnung zugrunde gegangen ist, so daß beim Herauspräparieren der Sehnenstümpfe eine größere Lücke zurückbleibt, so muß der Defekt überbrückt werden. SPITZY rät davon ab, als Verbindungsstück aus der Narbenmasse herausgeschnittene und in situ belassene Streifen zu benutzen: „Diese Narbe ist und bleibt Narbe und wird mit der Umgebung immer wieder zu Narbe verwachsen.“ Ich hatte

jedoch ebenso wie E. REHN bei diesem Vorgehen bisweilen durchaus befriedigende Erfolge.

Gelegentlich ist es möglich, aus den beiden Fingerbeugeschnen eine Sehne zu machen, wobei möglichst die Funktion des an der Endphalanx ansetzenden M. flex. dig. profund. zu erhalten ist. Nicht zu empfehlen ist der Sehnenersatz durch einseitige oder beiderseitige Lappenbildung von den gesunden Sehnenstümpfen, da beim Umschlagen dieser Lappen treppenförmige Absätze entstehen und das gesunde Sehngewebe seitlich auf beträchtliche Strecken geschädigt und zu Verwachsungen angeregt wird. Es bleibt in diesen Fällen nur die Möglichkeit, den Defekt durch Seidenfäden oder durch Autotransplantation zu decken. Als Material kommt in Betracht die Sehne des M. palmaris (KIRSCHNER, REHN) und Streifen aus der Fascia lata (KIRSCHNER); die Faszientransplantation besitzt den Vorteil fester Verankerung an den Sehnenstümpfen; ihre ausgezeichneten Erfolge wurden in jüngster Zeit von

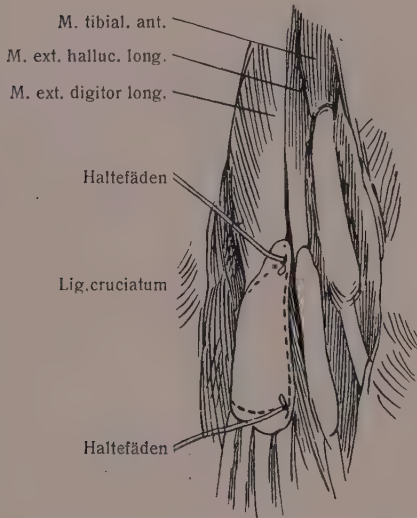


Abb. 632. Entnahme der Sehnenscheide des Extensor digt. com. nach WOLLENBERG.  
(Aus Berl. klin. W. 1917.)



Abb. 633.



Abb. 634.

Abb. 633 u. 634. Sehnenersatz durch freie Faszientransplantation nach KIRSCHNER.  
(Aus Bruns Beiträge Bd. 86.)

HENSCHEN wieder in den Vordergrund gerückt (Abb. 633 u. 634). Ferner das Kutis- und Subkutisgewebe der Haut und des subkutanen Bindegewebes (E. REHN). Gross empfiehlt die Benutzung heteroplastischen Sehnenmaterials, das im Zusammenhange mit dem Gleitgewebe übertragen werden soll. Man kann das Transplantat mit dem gesunden Sehnenstumpf axial vereinen, man kann es in einen Längsspalt inkulieren oder bei flächenhaften Materialien (Faszie) um ihn herumhüllen.

Eine besondere Besprechung erfordern die muskulösen Kontrakturen des Kniegelenkes. Besonders häufig werden Streckkontrakturen nach in Streck-



stellung lange Zeit durchgeführter Feststellung beobachtet. Hierbei bildet sich, wie PAYR ausführt, eine zunächst rein muskulöse, fibrös-degenerative Kontraktionsstellung des schnell atrophierenden M. quadriceps aus. Sekundär treten hinzu Verödung des Recessus suprapatellaris, es bilden sich ihn umschließende Schwielen besonders auf der Unterseite der Streckmuskeln, Schrumpfung des Tractus iliotibialis und der Retinacula patellae. Schließlich kann die Kniescheibe mit den Femurkondylen fibrös oder knöchern verwachsen. Diese „reinen“ Fälle können dadurch kompliziert sein, daß die durch Verletzung oder durch Eiterungsprozesse zerstörte Muskulatur

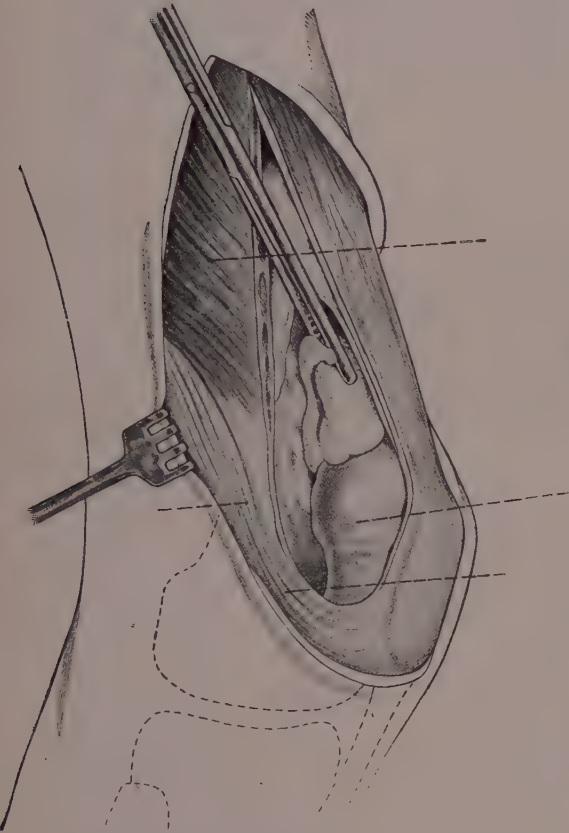


Abb. 635. Der Recessus wird stumpf gegen den Gelenkspalt geschoben, der Tractus iliotibialis wird lateral abgezogen, der Vastus lateralis wird von der gemeinsamen Strecksehne abgelöst.

(Aus Zbl. f. Chir. 1917, Arb. Payr.)

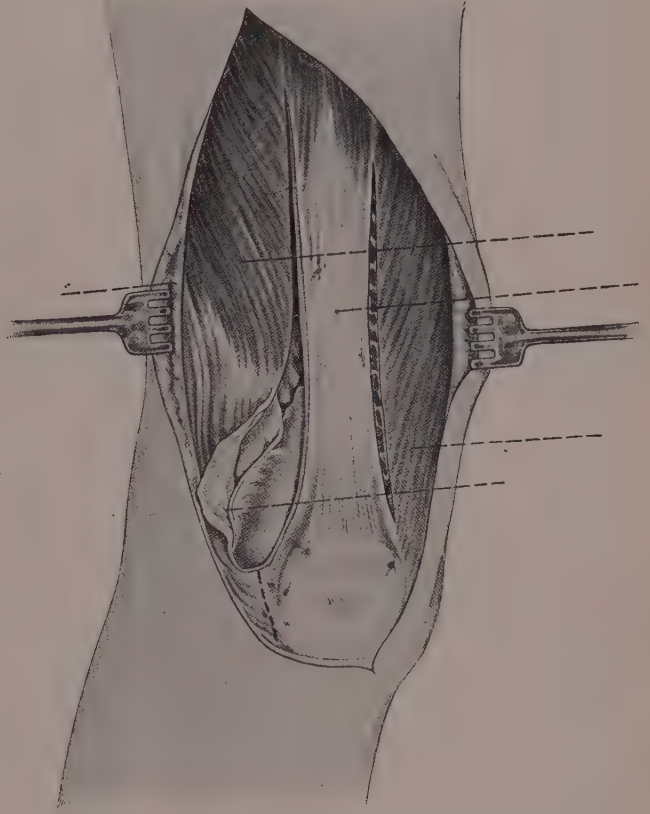


Abb. 636. Die Ablösung des Muskelfleisches des Vastus lateralis und medialis von der gemeinsamen Strecksehne, der Tractus iliotibialis wird seitwärts abgezogen. Einkerbung der Retinacula patellae later. Fortsetzung des Schnittes angedeutet.

(Aus Zbl. f. Chir. 1917, Arb. Payr.)

weitgehend durch Narbengewebe ersetzt wird oder nach Frakturen am Knochenkallus festwächst. Das Röntgenbild zeigt meist normale Gelenkkonturen, bei Luftfüllung der Gelenkkapsel fällt eine mangelhafte Entfaltbarkeit des Recessus superior oder ein Festkleben der Patella an den Kondylen auf. Ein geringer Grad von Beugefähigkeit pflegt vorhanden zu sein, weitere Grade verhindert der Verlust der passiven Dehnbarkeit der Streckmuskulatur.

Versucht man dem Übel durch forcierte Beugeversuche beizukommen, so entstehen Einrisse des vorderen Kapselapparates unterhalb der Patella. Daß die

z-förmige offene Durchtrennung der Quadrizepssehne oberhalb der Patella, die u. a. von HOHMANN angeraten wird, nicht immer den gewünschten Erfolg hat, ist verständlich. PAYR rät zu folgendem Vorgehen:

Von einem langen Kocherschen lateralen Längsschnitte aus wird die Sehne des M. rectus oberhalb der Patella von dem M. vastus lateralis und medius abgetrennt und der Tensor fasciae latae wird vom M. vastus lateralis isoliert. Gelingt nunmehr die Beugung des Kniegelenkes in befriedigendem Ausmaße, so werden die gelösten Gebilde in der bei stärkster Beugung eingenommenen neuen Lage miteinander vernäht. Gelingt die Beugung nicht in genügendem Grade, so werden die sich besonders anspannenden Gebilde einzeln plastisch verlängert. Muß die Sehne des M. rectus verlängert werden, so ist es zweckmäßig, ihn durch eine Sartoriusüberpflanzung zu stärken. Der Recessus

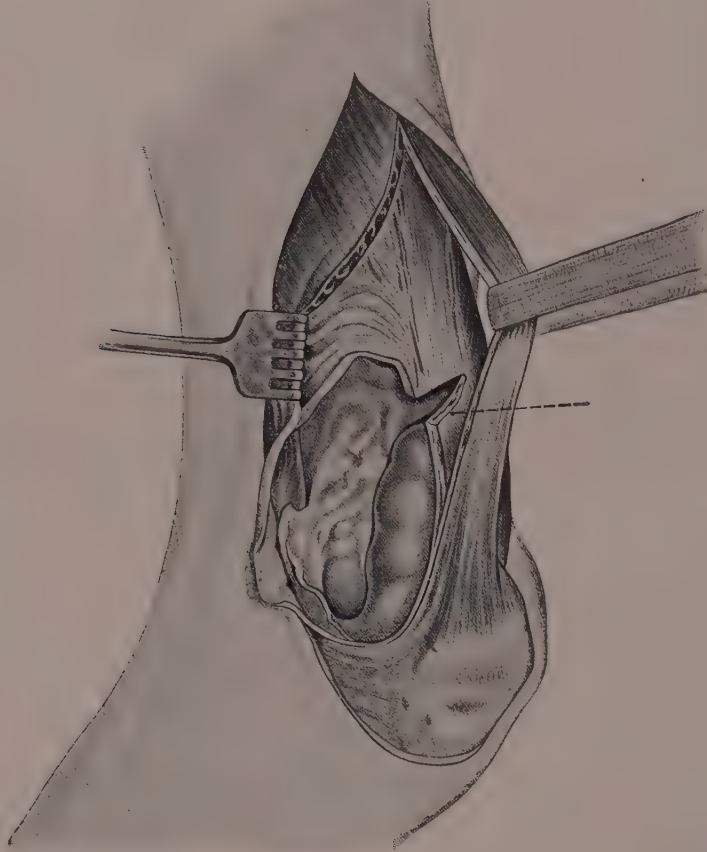


Abb. 637. Die Rektussehne ist isoliert, die Sehnenfasern des Vastus intermedius sind halb abgetrennt, der Vastus lateralis ist zur Seite gezogen, der Rezessus (zur Demonstration) mit Kochsalzlösung gefüllt.

(Aus Zbl. f. Chir. 1917, Arb. Payr.)

suprapatellaris wird bei hochgradiger, die Beugung hindernder schwieriger Veränderung ausgeschnitten. Ist die Patella festgewachsen, so wird sie abgemeißelt und mit Fett unterpolstert. Diese Eingriffe grenzen bereits an das später zu erörternde Gebiet der Arthroplastik (Abb. 635—637).

LANGE rät, bei hochgradiger Quadrizepskontraktur mit Verwachsung der Kniescheibe auf ihrer Unterlage das Lig. patellae proprium zu durchschneiden und die Funktion des hierdurch ausgeschalteten Quadrizeps durch den M. biceps und durch den M. semitendinosus und semimembranosus zu ersetzen, deren Kraft nach Abtrennung ihrer Ansätze durch Seidensehnen auf den Tibiakopf übertragen wird.

Bei Kniebeugekontrakturen, zu deren Ausgleich die z-förmige Verlängerung der Beugesehnen nicht genügt, hat SPIRZY mit gutem Erfolge die rückseitige Kniegelenkkapsel an den Kondylen des Femur quer durchschnitten, ein Verfahren, das in analoger Weise bei kapsulären Beugekontrakturen in den Fingergelenken zur Anwendung kommen kann.

### C. Die operative Behandlung der arthrogenen Kontrakturen und Ankylosen, die Arthroplastik.

#### a) Allgemeines.

##### Vorbemerkungen.

Die operative Mobilisierung versteifter Gelenke wurde bereits in den dem Kriege vorausgehenden letzten zwei Dezennien mit Eifer betrieben, nachdem HELFERICH durch die Demonstration einer kleinen Patientin mit Kiefergelenkmobilisierung auf dem Chirurgenkongreß 1894 die Anregung zur Nearthrosenbildung mit Verwendung von Interpositionsmaterial gegeben. Trotzdem war das Verfahren der Arthroplastik, das nach der Berechnung HELFERICHS bis zum Jahre 1913 in etwa über 300 Fällen zur Anwendung gekommen war, bei Beginn des Krieges von allgemeiner rückhaltloser Anerkennung weit entfernt. Die Berichte über restlos befriedigende Ergebnisse dieser Eingriffe blieben vereinzelt. Nur wenige Operateure behaupteten, eine Reihe so sicherer Erfolge erzielt zu haben, daß sie zu unbedingter Nachahmung ermunterten. Trotz des ungeheuren durch den Krieg gelieferten Krankmaterials ist in diesen Verhältnissen bisher keine endgültige Änderung zu verzeichnen.

#### b) Zur Indikationsstellung der Arthroplastik. Voroperationen.

Für die Arthroplastik kommen nur in Betracht diejenigen versteiften Gelenke, bei denen die genügend lange durchgeführten unblutigen Mobilisierungsverfahren keinen oder keinen genügenden Erfolg ergeben haben, oder wo sie, wie bei der knöchernen Ankylose, von vornherein aussichtslos sind.

Die Arthroplastik, namentlich bei Arthroplastik der großen Gelenke, stellt einen beträchtlichen Eingriff dar, dessen Empfehlung wegen der mit der Operation verbundenen Gefahren peinlich gewissenhafter Abschätzung bedarf. Es sind in die Wagschale zu werfen, die Gefahr der Anästhesie, der Blutung, der Fettembolie, der Nervenschädigung und besonders die Gefahr der Infektion, die im Hinblick auf eine latente, nach den Kriegsverletzungen häufig lange fortbestehende Infektion groß ist, und deren Aufflackern nicht nur zu einem Mißerfolge der Mobilisierung, sondern sogar zum Verluste des Gliedes oder selbst des Lebens führen kann. Zu berücksichtigen ist weiter die mutmaßliche Dauer des Krankenlagers und der Berufsstörung und das Maß der mit der Behandlung verbundenen Schmerzen. Zu bedenken ist auch, daß nach einem Mißerfolge nicht einfach wieder der status quo ante eintreten muß, sondern daß die Funktion des kranken Gelenkes durch den Versuch der operativen Mobilisierung erheblich leiden kann. So ist z. B. ein Kranker übel dran, der statt eines in Streckstellung schmerzlos versteiften Kniegelenkes durch einen Mobilisierungsversuch ein schmerzhaftes Wackelknie bekommt. Überhaupt sind an der unteren Extremität, deren Nutzen für den Kranken mit der Standfestigkeit der Gelenke steht und fällt, Mißerfolge in der Regel besonders tragisch, worauf namentlich LORENZ, VULPIUS, LANGE, AXHAUSEN u. a. hingewiesen haben.

Im Einzelfalle ist abzuschätzen der Grad der durch die Ankylose für den Kranken bedingten Schädigung, und dem ist gegenüberzustellen der Nutzen, der ihm durch den günstigsten oder durch den wahrscheinlichsten Ausfall der Operation erwachsen würde.

Notwendige Voraussetzung für das Gelingen einer Arthroplastik ist, daß die Gelenkkörper noch in genügender Ausdehnung vorhanden sind, da bei der Gegenüberstellung schmaler Diaphysenstümpfe Schlottergelenke entstehen müssen.

Von allergrößter Bedeutung ist der Zustand der Muskeln, die zur Bewegung des zu mobilisierenden Gelenkes dienen. Kann der atrophischen Muskulatur nicht mehr die Kraft zugetraut werden, die für die verlässliche Funktion einer Artikulation hinreichende Kraft aufzubringen, so erscheint ein mobilisierender Eingriff zwecklos.



Doch hat PAYR kürzlich berichtet, daß sich in einem seiner Fälle der infolge jahrelanger knöcherner Ankylose des Kniegelenkes schwer atrophische Quadriceps femoris nach erfolgreicher Mobilisierung wieder hinreichend kräftigte, so daß er, ermutigt durch einen zweiten ähnlichen glücklich verlaufenden Fall, vor dem Versuch der Mobilisierung bei hochgradiger Atrophie wichtiger Muskelgruppen nicht mehr unbedingt zurückschreckt. Er bestätigt damit den im Jahre 1913 von HELFERICH aufgestellten Satz, daß auch nach sehr langer, viele Jahre bestehender, durch Ankylose bedingter Inaktivität die Muskeln, wenn sie nicht direkt beschädigt sind, sich langsam erholen, kräftiger und wieder aktionsfähig werden. Lähmungen wichtiger Muskelgruppen verbieten im allgemeinen eine Mobilisierung. PAYR hat trotz Peroneuslähmung ein Kniegelenk und trotz Ulnarislähmung ein Ellenbogengelenk in Angriff genommen. Die nach Granatverletzungen so häufigen schweren narbigen Verwachsungen oder Defekte wichtiger Muskelgruppen sind Kontraindikationen, wenn nicht durch Voroperationen ein hinreichender Ersatz durch Muskel- oder Sehnenplastiken gelingt. PAYR hat Fälle mobilisiert, in denen Defekte des Lig. patellae propr. durch vorausgeschickte freie Sehnen- oder Faszienplastik ersetzt waren. Ausgedehnte, am Knochen festsitzende Hautnarben müssen vorher gelöst, dünne Hautstellen durch fettgepolsterte Haut ersetzt werden.

Die früher aufgestellte These, daß Rentenanspruch ein *Contradictio strictissima* sei (PAYR), kann bei den Kriegsteilnehmern nicht aufrechterhalten werden. Namentlich unter den Offizieren finden sich genug Kranke, die zehnmal lieber auf jede Rente verzichten, als mit der Versteifung eines wichtigen Gelenkes belastet durchs Leben zu gehen.

### c) Zeitpunkt der Operation.

Ist der Entschluß einer blutigen Mobilisierung gefaßt, so darf er nicht ohne weiteres in die Tat umgesetzt werden, weil den Fällen, in denen sich früher im Operationsgebiet oder in seiner nächsten Nachbarschaft Eiterungen abspielten, die Gefahr des Aufflammens der ruhenden Infektion droht. Gerade die Gelenkmobilisierung leistet durch die Bildung großer vielbuchtiger Wunden und durch die häufige Verwendung der freien oder gestielten Gewebstransplantationen dem Wiederausbruch einer latenten Infektion in ausgezeichneter Weise Vorschub. Tritt nach einer blutigen Mobilisierung eine Infektion des Operationsgebietes ein, so bedeutet das nicht allein zumeist einen Mißerfolg der Mobilisierung, sondern setzt den Kranken der Gefahr aus, Glied oder Leben zu verlieren. LORENZ bezeichnet es deswegen überhaupt als ein Wagnis, einen solchen Infektionsherd durch Operation wieder zu eröffnen. PAYR erachtete einen tadellosen Wundverlauf als eine der wichtigsten Vorbedingungen für den Erfolg. HELFERICH warnt davor, eine kurative Resektion wegen Eiterung zu Nearthrosenbildung zu benutzen. Er rät sogar, die Mobilisierungsoperation abzubrechen, wenn man dabei unvermutet auf Granulationsgewebe oder Eiterherde stößt. Für ihn gibt es kaum ein „Zu spät“ für die Vornahme des Eingriffes. Im Gegensatz hierzu ist REINER der Ansicht, daß bei der blutigen Mobilisierung des Ellenbogengelenkes eine *Prima intentio* für den guten Erfolg absolut unnötig ist. Und MOSZKOWICZ hat es sogar unternommen, und stellt es als Regel hin, infizierte Gelenke in allen Stadien der Entzündung von der frischen Gelenkeiterung mit hohem Fieber bis zur Ankylose mit Fistelbildung operativ zu mobilisieren. Dieser Standpunkt ist mit Entschiedenheit abzulehnen. Wenn es wirklich hier und da gelingen sollte, bei infiziertem Gelenk brauchbare Resultate zu erzielen, so sind das Zufallerfolge, bei denen der Kranke durch ein Risiko hindurchgeht, dessen Größe in keinem Verhältnis zu der Zeitersparnis steht. Wir wollen unsere Kranken nicht nur heilen, sondern wir wollen sie mit der größtmöglichen Sicherheit heilen. Deswegen lassen wir zwischen den letzten Entzündungserscheinungen und der Mobilisierung einen der

Größe des Gelenkes und der Schwere der vorausgegangenen Infektion Rechnung tragenden Zeitraum verstreichen, der bei großen Gelenken und schwerer Infektion mindestens 1 Jahr beträgt. Auch der Vorschlag RÖPKES, nur „einige Wochen nach dem Schwinden der letzten Entzündungserscheinungen vorübergehen“ zu lassen, genügt uns nicht. In zweifelhaften Fällen ist es zweckmäßig, durch Übungen, Massage, Klopfen, Heizung, heiß-kalte Bäder usw. das Wiederaufflackern eines entzündlichen Prozesses zu provozieren und nur bei negativem Ausfall der Probe zu operieren. Dringend ist vor der Operation zu warnen, solange noch irgendwelche Entzündungserscheinungen in der Gelenkgegend vorhanden sind, wie Ödeme, entzündliche Infiltrate, Rötungen, Schwellungen, Schmerzen, Geschwüre, Fisteln, Abszesse, zeitweise Temperatursteigerung usw. Größere Fremdkörper in Form von Geschoßstücken, die bekanntlich lebensfähige Keime lange beherbergen können, und nach denen das Röntgenbild sorgfältig abgesucht werden muß, werden am besten durch eine Voroperation entfernt. Ebenso wird man im Röntgenbild eifrig nach Knochensequestern fahnden, die unbedingt vor der Mobilisierung zu beseitigen sind. Hierdurch entstehende Höhlen werden mit Wachs (PAYR), mit Schwefel (KIRSCHNER) oder mit lebendem Gewebe ausgefüllt.

Um der Gefahr des Ausbruches einer ruhenden Tetanusinfektion zu begegnen, ist bei allen Schußverletzungen die prophylaktische Antitoxindosis unmittelbar nach der Mobilisierungsoperation zu verabfolgen. Für PAYR bildet überstandener Tetanus eine strikte Kontraindikation. Einer meiner besten Fälle (Mobilisierung des Hüftgelenkes) bekam nach der Operation ein Tetanusrezidiv, von dem er genas.

Wie groß die der „inneren Asepsis“ bei den Kriegsverletzungen drohende Gefahr ist, zeigen die Erfahrungen HÖSSLYS, der bei fast allen Gelenkmobilisierungen Entzündungserscheinungen beobachtete, die teils so heftig waren, daß das implantierte Gewebe ausgestoßen wurde und Fisteln entstanden, obwohl sämtliche Gelenke schon Monate, teils über ein Jahr und länger reaktionslos verheilt waren und außer den Narben keine Zeichen der überstandenen Eiterung mehr boten.

So ist die Prognose der Arthroplastik bei den Kriegsverletzungen nicht allein wegen der häufig bestehenden ausgedehnten Schwielenbildung der Weichteile, wegen der umfangreichen Zerstörung und des starken Verlustes der Knochen, sondern auch wegen der ruhenden Infektion von vornherein sehr viel schlechter als bei den üblichen Friedensverletzungen.

#### d) Allgemeine Technik der Arthroplastik.

Abgesehen davon, daß man markant hervortretende, die Bewegung behindernde Knochenvorsprünge einzeln beseitigen darf, ist vor partiellen operativen Eingriffen an den Gelenken zu warnen, wie sie beispielsweise KATZENSTEIN für die nach Schußverletzungen entstandene, nicht knöcherne Kniegelenksversteifung empfiehlt. Die Erfahrung lehrt vielmehr, daß, greift man ein versteiftes Gelenk überhaupt an, eine typische totale Arthroplastik die besten Resultate ergibt.

An der oberen Extremität bedient man sich bei Inangriffnahme der großen Gelenke vielfach mit großem Vorteil der Plexusanästhesie, bei den Fingergelenken der regionären Leitungsanästhesie. An der unteren Extremität konkurriert die Lumbalanästhesie mit der Narkose.

Die Asepsis ist bei der blutigen Mobilisierung von Gelenken mit Rücksicht auf das zumeist große und vielbuchtige Wundgebiet, auf die Empfindlichkeit der oft verwendeten Transplantate und auf die Länge der Operation ganz besonders peinlich und gewissenhaft durchzuführen.

Von der Anwendung der künstlichen Blutleere ist abzuraten, da es sonst unmöglich ist, eine genaue Blutstillung durchzuführen und den Eintritt von den Erfolg der Operation gefährdenden Nachblutungen und postoperativen Hämatomen

zu verhindern. Will man auf die künstliche Blutleere nicht verzichten, so muß man jedenfalls den Schlauch vor dem Verschluß der Wunde lösen, um eine sorgfältige Blutstillung vornehmen zu können.

### **Die Arthroplastik zerfällt in mehrere Akte:**

#### **1. Die Bildung eines neuen Gelenkspaltes.**

Der Schnitt, der uns den Zugang zu dem Gelenk eröffnet, soll nach Möglichkeit die das Gelenk überbrückenden, funktionswichtigen Muskeln schonen. Da es jedoch in jedem Falle notwendig ist, alle Teile des Gelenkes, d. h. außer den Gelenkkörpern auch den gesamten Kapsel- und Bandapparat frei zu überblicken und allenthalben anzugehen, so läßt sich bei den meisten großen Gelenken die temporäre Durchtrennung und die hierdurch bedingte Schädigung wichtiger Muskeln nicht vermeiden. Der Hautschnitt soll möglichst mit dem die Gelenkkapsel eröffnenden Schnitt und mit dem künftigen Gelenkspalt nicht zusammenfallen. Die Bestrebungen, unter Schonung des Muskelapparates eine befriedigende Zugänglichkeit zu den Gelenken herzustellen, haben teilweise zu erfreulichen Ergebnissen geführt, über die bei den einzelnen Gelenken berichtet werden wird.

Nach der Durchtrennung der Haut und der entsprechenden Muskeln und Kapselteile dringt das Messer bei der bindegewebigen Ankylose in den mehr oder weniger verödeten Gelenkspalt ein, und man sucht mit schonender Gewalt eine weitere Beugung des ankylosierten Gelenkes zu erreichen. Jede größere Gewaltanwendung ist zu widerraten, da hierbei Frakturen der atrophischen Gelenkkörper, Ausrisse größerer Knochenstücke aus den Gelenkflächen und Periostlösungen an der Hinterseite der Gelenkkörper erfolgen können. Die bei schonendem Beugeversuch sich anspannenden bindegewebigen Verbindungen werden mit kräftigem Knochenmesser scharf durchtrennt. Alle zwischen den Gelenkkörpern bestehenden Verbindungen, wozu auch die Gelenkkapsel und die Verstärkungsbänder zu rechnen sind, müssen so weit durchtrennt werden, und die Gelenkkörper müssen möglichst unter Belassung ihres Periostes so weit freigelegt werden, daß das Gelenk maximal gebeugt und alle Teile des Gelenkes überblickt und angegangen werden können.

Bei knöchernen Ankylosen wird der Knochen nach Führung des Weichteilschnittes unter möglichster Belassung seines Periostüberzuges allseitig durch Abheben der Weichteile freigelegt, so daß er mit Elevatorien umfahren werden kann. Hierauf wird der Knochen in der Richtung der früheren Gelenklinie durchsägt, wobei der Sägeschnitt annähernd die Form der früheren Gelenkfläche nachbildet. Die Aussaat von Knochenstaub ist durch Abdecken mit feuchten Kompressen möglichst zu verhindern, da von derartigen versprengten Knochenteilchen bewegungsbeschränkende Knochenbildungen ausgehen können.

#### **2. Exstirpation der Weichteile.**

Der Erfolg der Operation hängt zu einem großen Teile von der gründlichen Entfernung der zwischen den beiden Gelenkkörpern gelegenen oder sie seitlich überbrückenden pathologisch veränderten Weichteile und der Periostteile ab. Von zurückbleibendem Narbengewebe kann eine neue Bindegewebeentwicklung ausgehen, zurückgelassene Periostfetzen können neuen Knochen bilden, wodurch die spätere Beweglichkeit aufs schwerste gefährdet wird. Es müssen daher alle Narbenstränge und alle Periostteile durch scharfes Herauspräparieren beseitigt werden, und der Operateur darf sich in der Gründlichkeit seines Vorgehens nicht durch die hierbei unvermeidliche, flächenhafte Weichteilblutung beeinflussen lassen. Er muß sich vielmehr ständig bewußt sein, daß von der Rücksichtslosigkeit seines Vorgehens das Resultat der Operation in hervorragendem Maße abhängt. Die Gelenkenden müssen möglichst extraperiostal freigelegt werden. Die gründliche Exstirpation der Gelenkkapsel soll nach der Annahme von PAYR wegen der hiermit verbundenen Beseitigung von



Nervenendigungen eine relative Schmerzlosigkeit der späteren Bewegungsübungen gewährleisten. Die meisten Operateure treten jedoch für Erhaltung etwaiger Reste gesunder spiegelnder Synovialkapsel ein, da sie in ihnen im Sinne BIERs Regenerationszentren erblicken. Narbig veränderte Gelenkbänder müssen entfernt werden. Hat man hiergegen aus Sorge vor einem etwaigen späteren Schlottergelenk Bedenken, so kann man versuchen, die Bänder nach einer Empfehlung PAYRS z-förmig zu durchtrennen und ihre Zipfel zurückzuschlagen, in der Aussicht, sie später im Bedarfsfalle durch einen neuen Eingriff wieder zu vereinigen. Weitere Möglichkeiten zur Bekämpfung von Schlottergelenken werden später beschrieben. Moszkowicz entfernt das Narbenperiostgewebe nicht in allen seinen Teilen, sondern bildet daraus zwei an den beiden Gelenkkörpern hängende Lappen, die jedseitig wie Deckel als Weichteilinterposition über die Gelenkkörper geschlagen werden.

Am Ende dieses Operationsaktes sollen die beiden Gelenkkörper durch einen narben- und periostfreien Gürtel voneinander getrennt und nur durch einwandfreie Weichteile verbunden sein.

### 3. Die Bildung der neuen Gelenkflächen.

Die neuen Gelenkflächen werden im allgemeinen den von der Natur geformten Gelenkflächen nachgebildet, in der durch die Erfahrung gestützten Erwartung, daß hierdurch auch die Funktion des neuen Gelenkes am ehesten der des natürlichen Gelenkes nahekommen wird. Die Anlehnung an die Form der natürlichen Gelenkflächen ist namentlich zur Vermeidung von Schlottergelenken wichtig. Naturgemäß muß die neue Form der Gelenkkörper gröber und einfacher als die natürliche Form ausfallen. Abgesehen von der Unmöglichkeit, die feine Plastik der Natur in der einer Operation zur Verfügung stehenden kurzen Zeit nachzubilden, ist die Kongruenz der Nachformung auf der einen Seite infolge des vorausgegangenen Verlustes von Knochenmaterial oft unmöglich, auf der anderen Seite aber auch unnötig, da der spätere Gebrauch die Gelenkkörper in ihrem feineren Bau selbsttätig gestaltet und umformt. Gewisse Abweichungen von der natürlichen Form haben sich sogar als erwünscht herausgestellt. So ist es z. B. zweckmäßig, die hinteren Abschnitte der Oberschenkelkondylen bei der Mobilisierung des Kniegelenkes weniger ausladend als die Natur zu gestalten, da erfahrungsgemäß an dieser Stelle mit Vorliebe die Beugung behindernde Widerstände auftreten. Aber auch bei den anderen Gelenken verdient PAYRS Empfehlung Berücksichtigung, am konkaven Gelenkkörper den Radius größer, am konvexen kleiner als normal zu bilden. Auf die Beseitigung die Bewegung störender Hypomochlien am Ende der Gelenkflächen ist besonders zu achten.

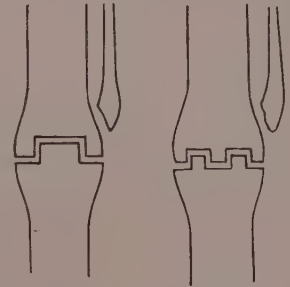


Abb. 638. Abb. 639.

Abb. 638 u. 639. Gelenkfalzbildung nach Moszkowicz.  
(Aus Bruns Beiträge Bd. 105.)

SCHEPELMANN warnt vor einer genauen Imitation der natürlichen Gelenkflächen und rät zu möglichst einfachen Formen. Auch Moszkowicz hält es für zwecklos, stets die normale Form der Gelenkkörper nachahmen zu wollen, da bei den Nearthrosen ein wesentlicher Faktor der normalen Gelenke, die Gelenkbänder, in Wegfall kommen. Er bildet, um ein Schlottern des Gelenkes zu bekämpfen, die Gelenkenden im allgemeinen derartig aus, daß das eine Gelenkende das andere gabelförmig umfaßt, oder mit Nuten, Falzen, Gleitrinnen usw. versehen wird (Abb. 638 u. 639). Derartige Bildungen können natürlich nur dann den erhofften Zweck erfüllen, seitliche Wackelbewegungen zu verhindern, wenn die einander entsprechenden Erhabenheiten und Vertiefungen bei hinreichender Annäherung der beiden Gelenkkörper miteinander in innige räumliche Beziehung treten und eine Art Verzahnung bilden. Hierdurch wird die Gefahr der Reankylosierung, die durch die Kompliziertheit und Vergrößerung der

Gelenkflächen an sich schon vermehrt ist, noch gesteigert. Wird zwischen den Gelenkflächen aber eine genügende, diese Gefahr vermeidende Diastase aufrechterhalten, so ist nicht ersichtlich, wie derartige geringfügige Rinnen und Erhabenheiten der Gelenkkörperoberfläche die Stabilität des Gelenkes merklich erhöhen sollen.

Zur Formung der Gelenkkörper benutzen wir Bogensägen mit schmalen Sägeblatt, Meißel, kräftige Messer, scharfe Löffel, Raspeln und Feilen. SCHMERZ hat zur Formung der nach seiner Poliermethode zu bearbeitenden Gelenkflächen besondere rotierende Kugel- und Hohlfraisen angegeben. Die Aussaat von Knochenteilchen ist durch Abdecken des Operationsfeldes mit feuchten Kompressen möglichst zu vermeiden. Wenn nötig, werden Verunreinigungen durch nachträgliche Spülung entfernt.

Kranker Knorpel muß stets restlos entfernt werden. Die Frage, ob gesund erscheinender Knorpel geschont werden soll, wird verschieden beantwortet. BIER nimmt beispielsweise an, er könne bei vorhandener Synovia wie Epithel über Wundflächen wandern. Ich habe den Eindruck, daß die Erhaltung gesunder Knorpelinseln nicht gut ist, und ich nehme den Knorpelüberzug daher in der Regel zusammenhängend restlos weg.

#### 4. Maßnahmen zur Verhinderung der direkten Verwachsung der neugebildeten Gelenkflächen untereinander.

Wenn das neugebildete Gelenk seine Beweglichkeit behalten soll, so muß ein Wiederverwachsen der Gelenkflächen untereinander verhindert werden. Hierzu ist vor allem ein hinreichender gegenseitiger Abstand der Gelenkflächen, eine Lücke erforderlich. Die Herbeiführung einer zu großen Diastase ist wegen der Sorge vor der Entstehung eines Schlottergelenkes nicht angängig. Bei der Formung der Gelenkkörper ist demgemäß stets so viel Knochen zu entfernen, daß eine gehörige Diastase zwanglos vorhanden ist. Da der Körper jedoch in seinem Innern auf die Länge der Zeit eine Lücke nicht duldet, sondern sie unter Vermittlung von Granulationen durch narbiges Bindegewebe auszufüllen und durch Narbenzug zu verkleinern sucht, so sind besondere Maßnahmen zur Verhütung bewegungsbehindernder Verwachsungen erforderlich.

Hierzu gehört eine dem Narbenzug entgegenwirkende Distraction der Gelenkenden, hierzu gehören postoperative Bewegungsübungen, worüber beim Kapitel „Nachbehandlung“ gesprochen werden soll. Hier wollen wir uns mit den während der Operation in Anwendung kommenden Mitteln beschäftigen. Unter ihnen nimmt das Interpositionsverfahren, bei dem zwischen die neu gebildeten Gelenkkörper eine künstliche Einlagerung vorgenommen wird, eine besonders wichtige Stelle ein. Die Zwischenschaltung körperfremder oder toter Materialien ist heute stark zurückgetreten und hat im wesentlichen nur noch historisches Interesse. Empfohlen wird davon heute nur noch formalinisiertes Amnion (SCHMERZ), entsprechend unserem Katgutunterbindungsmaterial präparierte Schweinsblase (BAER), Hydrozelen- und Bruchsackhaut (v. HACKER). Bevorzugt wird heute allgemein lebendes Gewebe, und von diesem wiederum körpereigenes (autoplastisches) Gewebe, das entweder gestielt verwendet oder frei transplantiert wird. Muskel, Sehne, Faszie, Fett, Haut, Periost finden Anwendung. Die Muskulatur (HELFERICH) wird ausschließlich in Form gestielter Lappen benutzt, wobei gelegentlich sehnige Abschnitte in die Lappenbildung einbezogen werden, z. B. am Triceps humeri, oder am Triceps surae. Aus Faszie (KIRSCHNER), Fett (LEXER), Faszie mit anhaftendem Fett (KIRSCHNER) und Periost (HOFMANN) können sowohl gestielte wie frei transplantierte Lappen zwischen die Gelenkkörper eingelagert werden. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der gestielten und der ungestielten Verwendung dieser Materialien scheint nicht zu bestehen. Viele der als „gestielt“ bezeichneten Transplantationen tragen zudem, worauf ich schon früher hingewiesen habe, diesen Namen

kaum mit Recht, da der im Verhältnis zur Länge und Breite des Lappens dürftige Stiel auf die Ernährung des Transplantates offensichtlich keinen Einfluß hat und nur dazu zu dienen scheint, das Prinzip des Autors zu retten.

SCHMERZ schreibt im Jahre 1916 bei der Abwertung der verschiedenen Interpositionsmaterialien: „Der gegenwärtige Stand dieser Frage ist gekennzeichnet durch die allgemein angenommene Anschauung, daß das vorzüglichste Interpositionsmaterial die teils freie autoplastisch, teils gestielt eingepflanzte Faszie ist.“ Die Ansicht besteht wohl auch heute noch zu Recht, was aus folgendem von PAYR 1920 gefällten Urteile ersichtlich ist: „Die Faszie ist für mich auch heute noch das ideale, weil biologisch anspruchloseste Material für die Zwischenlagerung. Wenn wir 1914 noch dem gestielten Lappen für das Kniegelenk den Vorzug gegeben, über Verwendung frei überpflanzter berichtet hatten, so haben sich seither die letzteren als die Methode der Wahl ergeben.“ Als Materialsponder wird fast ausnahmslos die Fascis lata herangezogen, die naturgemäß nur bei der Mobilisierung des Kniegelenkes die Bildung eines Stieles gestattet, bei den anderen Gelenken zur Verwendung der freien Transplantation zwingt. Allgemein werden der freien Faszientransplantation in der Gelenkchirurgie die gleichen Vorzüge nachgerühmt, die ihr auch für andere Zwecke zugewillt werden: Überfluß an Material, Sicherheit der Einheilung, Unempfindlichkeit gegen mechanische Insulte und gegen Infektionen. Ich verwende die Faszie stets in der Weise, daß sie nicht nur die dem anderen Gelenkkörper zugekehrte Seite des einen Gelenkkörpers flächenhaft bedeckt, sondern den einen Gelenkkörper in Form eines mit Katgutnähten gerafften Beutels ausgiebig und unverrückbar überzieht. Auf der dem anderen Gelenkkörper zugekehrten Seite der Faszie belasse ich seit langem mit Vorteil eine je nach der Größe des Gelenkes mehr oder minder dicke Fettschicht (Abb. 640). Die



Abb. 640. Faszienbeutelbildung am Gelenkkörper nach KIRSCHNER.

Bekleidung auch des anderen Gelenkkörpers mit einem zweiten Faziensack halte ich für überflüssig. Der immer wieder gelegentlich auftauchende Einwurf (SCHEPELMANN), an der Entnahmestelle der Fascia lata könnten Störungen auftreten, sollte durch die lückenlose Serie Hunderter beschwerdefreier Fälle doch endlich mundtot gemacht sein.

In ähnlicher Weise wird frei transplantiertes Periost, das für gewöhnlich der vorderen Tibiafläche entnommen wird, zur Zwischenlagerung verwendet. Es hat gegenüber der Faszie den Nachteil, daß es erheblich zarter, seine Befestigung schwieriger und die Gefahr der Verschiebung größer ist, daß es nur schwierig und in geringer flächenhafter Ausdehnung erhältlich ist, und daß seine Neigung, festes Narbengewebe oder gar Knochen am Orte der Transplantation zu bilden, anscheinend beträchtlich ist. Will man, wie u. a. MOSZKOWICZ empfiehlt, grundsätzlich gestielte Periostlappen verwenden, die beiderseits auf die Knochenflächen geschlagen werden, so ist das Material nicht immer in genügender Menge erhältlich.

Die äußere Haut kann als Interpositionsmaterial nicht empfohlen werden.

LEXER redet der Fetttransplantation bei der Gelenkmobilisierung warm das Wort. Er rühmt dem Fettgewebe nach, daß es infolge seiner Weichheit alle Nischen an und zwischen den Knochen ausfüllt und hierdurch einer Blutansammlung entgegen-



wirkte, daß das frei werdende Fett eine Gerinnung des sich etwa sammelnden Blutes verhindere und durch Verflüssigung zur Bildung eines Gelenkspaltes beitrage. Das offenbar sehr empfindliche Fettgewebe soll nach LEXERS Vorschrift nur mit warmen Kochsalzkompressen berührt und nicht einmal mit Pinzetten gefaßt werden. An dem einen der beiden luxierten Gelenkkörper wird der Fettlappen mit feinsten Katgutnähten befestigt. Die zwischen den Gelenkkörpern interponierte Schicht soll mindestens eine Dicke von 1—2 cm besitzen, so daß das weiche Fett alle Buchten des neugebildeten Gelenkspaltes ausfüllt. PAYR hält gerade bei Kriegsverletzungen die Faszie dem Fett für weit überlegen, weil sie hinsichtlich der Keimfreiheit des Operationsgebietes viel anspruchsloser sei als das bei ruhender Infektion nur allzu leicht zu Fistelbildung, Nekrose und sehr starker Bindegewebsbildung neigende Fett.

Will man einen gestielten Muskellappen zur Interposition benutzen, so schneidet man sich aus der Nähe einen genügend breiten und langen, 1—2 cm dicken Muskellappen, der möglichst in unmittelbarer Nachbarschaft des Gelenkes gestielt wird. Der Lappen wird zwischen den Gelenkkörpern hindurchgezogen oder besser kappenförmig über einem Gelenkkörper befestigt.

Bei der Mobilisierung eines versteiften Ellenbogengelenkes bin ich dem Vorschlage NYSTRÖMS gefolgt, die frei transplantierte Bursa praepatellaris als Interpositionsmaterial zu benutzen. Der Erfolg war im ganzen befriedigend, aber nicht besser als bei der Verwendung von Faszie.

Versuche, homoiplastische Knorpelknochenteile auf die neugebildeten Gelenkkörper als Abschluß aufzupflanzen, haben sich nicht bewährt. Das gleiche gilt von dem Vorschlag KLAPPS, den bei der Eröffnung des Gelenkes etwa unverändert angetroffenen Knorpel flächenhaft abzutragen und nach entsprechender Resektion des Knochens mittels durch Bohrlöcher hindurchgelegter Fäden neu zu befestigen. Bei Kniegelenkversteifungen, wo gelegentlich der Knorpelüberzug der hinteren Abschnitte der Oberschenkelcondylen erhalten ist, verlagert KLAPP diese Teile durch eine Keilresektion derartig, daß sie bei den sich der Streckstellung nähernden Gelenkstellungen zur Artikulation mit der Tibia dienen.

LEXER hat ganze Gelenke von amputierten Gliedern und von Leichen transplantiert. Seine Versuche sind über Anfangsstadien nicht hinausgekommen; es sind keine zu einer Verallgemeinerung verlockenden Ergebnisse bekannt geworden. Dagegen hat mir bei der Ellenbogengelenkmobilisierung die freie autoplastische Verpflanzung des Interphalangealgelenkes der linken Zehe nach BUCHMANN in einem Falle einen glänzenden, in einem zweiten Falle einen befriedigenden Erfolg ergeben. Nach querer Absägung des Humerus und der Ulna werden beide Knochen mit dem scharfen Löffel und der Kugelfraise ausgehöhlt, und in die Höhlungen werden die zugespitzten Enden der 1. und 2. Phalangen fest eingepaßt, die unmittelbar vor der Verwendung unter sorgfältiger Schonung der Kapsel des Interphalangealgelenkes dem gleichen Kranken entnommen werden. In jüngster Zeit empfiehlt OEHLECKER auto- und homoioplastische Gelenktransplantationen bei Fingergelenkanalysen.

Bei einer Mobilisierung des Hüftgelenkes habe ich dem abgesägten Femurschaft dadurch einen festen Abschluß gegeben, daß ich von dem abgetragenen Hals ein Stück in den Femurschaft hineinbolzte. Der Erfolg war sehr gut. Der Zweck dieser Bolzung war, die Tragfähigkeit des hochgradig atrophischen, porösen Oberschenkelchaftendes zu erhöhen, die ziemlich erhebliche Blutung sofort zum Stillen zu bringen und der Bildung eines bewegungsbehindernden Markkallus entgegenzuwirken.

SCHMERZ und ebenso SCHEPELMANN haben in neuerer Zeit darauf hingewiesen, daß die Erfolge der Gelenkmobilisierung an die Verwendung eines Interpositionsmaterials offenbar nicht gebunden sind, sondern daß sich gleich brauchbare Nearthrosen auch ohne die Zwischenschaltung der genannten Gewebstücke erzielen lassen. In diesem Sinne kann naturgemäß auch der Art des etwa zur Interposition benutzten Materials ein irgendwie entscheidender Einfluß nicht zugebilligt

werden. SCHMERZ geht davon aus, daß das von ihm ursprünglich als Interpositions-material empfohlene Amnion ausgezeichnet bewegliche Gelenke ergebe, obwohl es infolge seiner Zartheit bereits in den ersten Tagen nach der Operation von den Mühlsteinen der sich bewegenden Knochensägeflächen zermalmt werde. Eine ähnliche kurze Lebensdauer und dementsprechend geringe Bedeutungslosigkeit glaubt er auch für andere der mit bestem Resultat benutzten Interpositionsmaterialien annehmen zu müssen. Daraus zieht er den Schluß, daß die Neubildung des operativ angestrebten Gelenkes vom Interpositionsmaterial unabhängig ist. Eine gebrauchsfähige Nearthrose bildet sich seiner Meinung nach ohne Implantat, mit Implantat und trotz Implantat, wenn nur die sonstigen Bedingungen für die Herstellung einer Funktion erfüllt sind. Er hält alloplastisches Interpositionsmaterial für schädlich, heteroplastisches Material für zwecklos und autoplastisch-lebendes Material im Sinne der Faszie oder dergleichen nicht für unbedingt notwendig. Der Sinn aller Implantate ist ihm letzten Endes der eines Wundverbandes. Seine gleich zu beschreibende Poliermethode bedeutet die Knochenwundheilung ohne Wundverband. Die Frage nach der Wertigkeit des verschiedenen Materiales sei eine Frage nach der Qualität des Verbandmaterials. Es geht seiner Ansicht nach nicht mehr an, die eine oder die andere Methode als Methode der Wahl hinzustellen. Eine solche Forderung würde sich durch nichts von einem papstischen Dogma unterscheiden. So stellt er auch seine interpositionslose Methode nicht als Methode der Wahl hin, sondern bloß als eine nach Neigung und Vorliebe wählbare Möglichkeit.

HOHMEIER und MAGNUS und auch SCHMERZ haben in instruktiven Tierexperimenten, SCHMERZ und SCHEPELMANN haben beim Menschen jede Zwischenlagerung weggelassen, wobei SCHMERZ jedoch auf eine besondere Herrichtung der Oberfläche der neugebildeten Gelenkkörper entscheidenden Wert legt. Sie werden nach einem von ihm als Poliermethode bezeichneten Verfahren bearbeitet. Die mit Säge und Meißel geschaffenen Knochenflächen werden zuerst mit groben, später mit feinen Flach-, Rund- oder Kugelfeilen ausgiebig bearbeitet, so daß sie einen sammetartigen schlüpfrigen Charakter annehmen. Hierbei werden die mauerkronenähnlich vorstehenden Zellenwände der gleichsam unzählige Honigwaben ohne Zelldeckel darbietenden Knochensägeflächen eingebrochen und kommen als Zellendeckel, besser gesagt als Verputz, zur Verwendung. Seine hiermit erzielten Erfolge waren ebenso günstig wie bei Interpositionsverfahren. SCHEPELMANN berichtet über gute Resultate des interpositionslosen Verfahrens, bei dem er im Gegensatz zu SCHMERZ von jeder besonderen Bearbeitung der Knochensägeflächen absieht. Beide Autoren legen auf frühzeitige ausgiebige Bewegungen entscheidenden Wert. BIER gießt die Gelenkhöhle ohne Verwendung eines Zwischenmaterials mit 5% Jodtinktur aus und berichtet gute Resultate. LEXER dagegen will nur schlechte Erfahrungen beim Weglassen jedes Zwischenmaterials gemacht haben. Fraglos könne nach jeder Resektion ein bewegliches Gelenk entstehen. Bei der interpositionslosen Methode sei die Gefahr der Reankylosierung aber offenbar größer, und es muß ihr durch Herstellung einer größeren Lücke begegnet werden, was andererseits die Gefahr der Schlottergelenkbildung steigert.

Wenn die Möglichkeit, gut bewegliche Nearthrosen ohne Zwischenschaltung besonderer Materialien zu erzielen, auch nicht bestritten werden soll, so möchte ich bezweifeln, daß die Sicherheit die gleiche ist wie bei der Verwendung eines autoplastischen Interpositionsmaterials. Verfolgen wir den von SCHMERZ herangezogenen Vergleich, daß das Interpositionsmaterial als Verbandmaterial anzusehen ist, so erhellt allein hieraus seine Wichtigkeit, da wir eine frische offene Wundfläche nur mit Schaden ohne primären Verband behandeln, und da auch die Art des Verbandmaterials bekanntlich nicht belanglos ist, zumal es unter den hier obwaltenden Umständen schließlich zu einem integrierenden Bestandteile des Körpers wird. Solange daher nicht bewiesen ist, daß die interpositionslose Methode

von SCHMERZ Vorteile vor dem Interpositionsverfahren besitzt oder Nachteile dieses Verfahrens vermeidet, halte ich das Interpositionsverfahren mit Faszie und anhaftendem Fett für das Verfahren der Wahl.

#### 5. Verschuß des Operationsgebietes.

Nach Ausführung des gelenkbildenden Eingriffes muß das Operationsgebiet sorgfältig in sich abgeschlossen werden. Das ist zunächst erforderlich, um einen Abschluß des Operationsgebietes gegen die Außenwelt und gegen die von ihr drohende sekundäre Infektion herbeizuführen. Weiterhin gibt eine feste Naht der umgebenden Weichteile der Nearthrose eine gewisse primäre Stabilität, die an Festigkeit gewinnen muß, wenn die genähten Schichten fest miteinander verheilt sind und sich durch mechanische Inanspruchnahme kräftigen. Schließlich gibt der Abschluß nach außen dem Wundgebiet überhaupt die grobe anatomische Ähnlichkeit mit einem in sich abgeschlossenen Gelenk und verschafft für die Zukunft die Möglichkeit der Entwicklung einer Nearthrose mit einer Gelenkkapsel. Hieraus erhellt, von wie großer Wichtigkeit ein guter Verschuß des Operationsgebietes ist. Was man von Faszie, Muskeln und Subkutangewebe in erreichbarer Nähe der Gelenkkörper findet, wird durch Katgutknopfnähte über dem neuen Gelenkspalt möglichst in mehreren Schichten vereinigt. Hierbei darf jedoch das Klaffen des Gelenkspaltes nicht gemindert werden. Genügen die Weichteile nicht zur restlosen Überbrückung des Gelenkspaltes, so sind sie durch Entspannungsschnitte und Lappenbildung heranzuholen.

Auf eine besonders verlässliche Vereinigung etwa durchschnittener Muskeln oder Sehnen ist zu achten, wozu zweckmäßig Seidenknopfnähte benutzt werden. Bei großen Gelenken und bei längerer Dauer der Operation oder bei unvollkommener Blutstillung ist es ratsam, an für den Abfluß günstigster Stelle ein oder zwei Dränrohre für 1—3 Tage einzulegen, die etwa noch sich ansammelndes Blut oder Wundflüssigkeit ableiten sollen. Um das Gelenk kommt ein aseptischer, leicht komprimierender Verband, der zur Verhinderung seitlicher Wackelbewegungen über die ganze Länge der das operierte Gelenk begrenzenden Gliedabschnitte ausgedehnt und durch Stärkebinden und durch eingelagerte Holzspäne und Pappschienen versteift werden kann. In den meisten Fällen übernimmt außerdem ein Extensionsverband einen Teil dieser ruhigstellenden Aufgabe.

#### e) Nachbehandlung.

Für die erste Zeit ist neben der Ruhigstellung der Operationsstelle die Entlastung der angefrischten Gelenkkörper von jedem Druck und die Erhaltung der zwischen ihnen geschaffenen Gewebslücke die Hauptaufgabe der Nachbehandlung — sei es, daß der Raum zwischen den neugebildeten Gelenkflächen durch ein Interpositionsmaterial ausgefüllt wurde oder ohne Ausfüllung blieb. Da der auf eine Annäherung der Gelenkenden hinarbeitende Tonus der überbrückenden Muskeln durch die beim Einsetzen der Wundheilung auftretende Gewebsschrumpfung beträchtlich vermehrt wird, wird die Lücke am sichersten durch eine kräftige Extension aufrechterhalten. An der oberen Extremität findet am besten die Heußner'sche Klebeextension, an der unteren Extremität die Nagel- oder Drahtextension Verwendung. Die Stärke der Extension richtet sich nach der Größe des Gelenkes, der Stärke der Muskulatur und der Kraft der einsetzenden Gewebsschrumpfung und bewegt sich im allgemeinen zwischen 3—10 kg. Für die Finger eignet sich die durch das Nagelglied gelegte Drahtextension, die zu einer lyraförmigen Schiene geführt wird. Die Extension wirkt nicht nur wegen der durch sie herbeigeführten Ruhigstellung, sondern auch wegen der Distraction der Gelenkenden schmerzstillend. Die Distraction kann auch durch einen Gipsbügelverband herbeigeführt werden.



Naturgemäß ist von der Anlegung eines Extensionsverbandes abzusehen, wenn zur Mobilisierung eine freie Gelenktransplantation Verwendung fand, da sonst die feste Vereinigung des Implantats mit den Knochenenden gelockert werden könnte.

Durch seitliche Röntgenbilder wird die Breite des zwischen den neugebildeten Gelenkkörpern bestehenden Spaltes von Zeit zu Zeit kontrolliert. Die Bemessung der Diastase, die je nach der Größe des Gelenkes  $\frac{1}{2}$ –2 cm betragen soll, wird durch Änderung der Belastung geregelt. Nach 1–3 Tagen werden etwa eingelegte Dräns entfernt. Zwingen Durchtränkung des Verbandes, Fieberanstieg, Schmerzen oder andere Entzündungserscheinungen nicht zu einem vorzeitigen Verbandwechsel, so bleibt der erste Verband 8 Tage liegen. Ein etwa nachweisbares größeres Hämatom wird von gesunder Hautstelle aus punktiert und aspiriert. Nach der Operation auftretende hohe Temperatur kann in einigen Tagen von selbst wieder abklingen. Sammelt sich im Gelenkspalt Eiter an, so punktiert man ihn. Nur bei schweren Erscheinungen wird das Gelenk drainiert. Auch damit ist der Erfolg noch nicht unbedingt vereitelt. Erst die breite Eröffnung des neuen Gelenkes vernichtet sicher jede Bewegungsaussicht.

Bereits in den unmittelbar auf die Operation folgenden Tagen wird der Kranke aufgefordert, Willensimpulse in die Muskulatur der operierten Extremität zu schicken, die zunächst keinen sichtbaren Ausschlag ergeben sollen. Erst nach vollkommen fester Verheilung der Weichteilwunde, worauf man bei aseptischem Verlauf nach 10 Tagen rechnen kann, wird sehr vorsichtig mit passiven, und wenn das gut vertragen wird, mit aktiven Bewegungen begonnen. LEXER ist wohl der einzige, der bis zu den ersten Bewegungsübungen 4–6 Wochen von der Operation ab wartet. Die Vornahme passiver Bewegungen mit oder ohne besondere Apparate kann intelligenten und willensstarken Kranken nach kurzer Zeit teilweise selbst überlassen werden. Allmählich wird die Exkursion der zunächst beschränkten Bewegungen gesteigert. Zur Steigerung der Beweglichkeit finden alle zur unblutigen Mobilisierung von Kontrakturen empfohlenen Maßnahmen Verwendung. Besonders vorteilhaft wirken die stundenlangen, zumal über Nacht durchgeführten Anwickelungen elastischer Schienen, wie der Heussnerschen und der Schedeschen Schienen, während durch warme Bäder, Wechselbäder, Heizungen und Diathermierung auf einen Abbau von narbigem Gewebe und von Blutergüssen hingewirkt wird. 3–4 Wochen nach der Operation kann alsdann mit Pendelübungen begonnen werden, die anfangs sehr vorsichtig und nur kurze Zeit vorgenommen werden. Später muß täglich viele Stunden gependelt werden. Das Pendeln ist eine ernste, ärztlich immer wieder zu kontrollierende Arbeit. Die Pendelapparate werden zweckmäßigerweise nicht nur in der Weise verwendet, daß der schwingende Pendel das Gelenk zu Bewegungen veranlaßt, sondern sie werden auch derartig gestellt, daß der aus dem labilen Gleichgewicht gebrachte Pendel im Sinne der Beugung, bezüglich Streckung auf das Gelenk einen Druck zur Weiterführung der Extremstellung ausübt, und daß weiterhin der Pendel durch aktive Muskelarbeit über den labilen Gleichgewichtspunkt hinweggeführt wird. Durch Massagen und Elektrisierung der Muskulatur wird auf ihre Kräftigung hingewirkt. Wichtig ist, das neugebildete Gelenk frühzeitig zu den Verrichtungen des täglichen Lebens heranzuziehen. Mit Recht wird von den meisten Autoren geraten, diese ersten Gebrauchsbewegungen namentlich bei den Scharniergelenken des Ellenbogens und Knies unter dem Schutze eines gut passenden, pathologische Seitenbewegungen ausschließenden Schienenhülsenapparates auszuführen, der an der unteren Extremität gleichzeitig entlastend wirkt und so eine Stauchung der Gelenkkörper und ein Verschwinden des Gelenkspaltes verhindern soll. Leider sind die Preise der Schienenhülsenapparate gegenwärtig derartig unerschwinglich, daß sie für die meisten Kranken kaum zu beschaffen sind. Vielfältig sind die Beobachtungen, daß es auch ohne Schienenhülsenapparat geht.

Die häufig aufgestellte Behauptung, daß die Bewegungsübungen nicht schmerzhaft seien, kann ich nicht bestätigen. Gerade die bei den Bewegungen auftretenden Schmerzen sind vielfach der Grund, daß die Kranken nur schwer an die Apparate und zu eingehenderen Übungen zu bringen sind, und sie bilden somit den Hauptgrund für das Mißlingen der Mobilisation und für das Auftreten neuer Versteifungen. Gäbe es bei der Nachbehandlung operativ mobilisierter Gelenke keine Schmerzen, so gäbe es keine Versteifungsrezidive! Als schmerzlinderndes Mittel wird die Biersche Stauung mit Recht empfohlen. Bei erheblichen, größere Exkursionen dauernd ausschließenden Schmerzen kann Lokalanästhesie in Form von Umspritzung, Leitungsanästhesie oder Einspritzung in das Gelenk wiederholt angewendet werden. Auch wiederholte Einspritzungen von menschlichem Fett (Humanol) in das Gelenk haben mir oft gute Dienste geleistet.

Wenn trotz aller dieser Maßnahmen die Bewegungen des neugebildeten Gelenkes ungenügend bleiben, so kann ein „*brisement forcé*“ in Anästhesie angewendet werden. Nach einer derartigen gewaltsamen Mobilisierung wird das Gelenk einige Tage mit einer elastischen Einwicklung zur Verhütung eines größeren Blutergusses versehen.

#### f) Nachoperationen.

Trotzdem bleibt in manchen Fällen die Beweglichkeit des neugebildeten Gelenkes ungenügend, oder die bereits erreichte Bewegungsfähigkeit wird trotz aller Bemühungen wieder geringer. Dann muß aufs sorgfältigste nachgeforscht werden, ob irgendein lokal abgrenzbares, der Beseitigung zugängliches Hindernis für die Bewegungsstörung verantwortlich zu machen ist. Hierbei geben namentlich in verschiedenen Stellungen aufgenommene und stereoskopische Röntgenbilder wertvollste Aufschlüsse. Finden sich die weitere Gelenkexkursion hemmende Knochenvorsprünge oder Knochenneubildungen, so werden sie operativ entfernt, wobei auf die Gründlichkeit der Abtragung und die Mitentfernung des knochenneubildenden Gewebes besondere Sorgfalt zu verwenden ist.

Wenn wir nun, wie dargelegt, wegen der Gefahr der Reankylosierung bei der Mobilisation auch mit großer Rücksichtslosigkeit vorgehen müssen, so haben wir doch die Möglichkeit, durch gewisse Maßnahmen, wie namentlich durch die Gestaltung der Gelenkkörper der Entstehung eines Schlottergelenkes entgegenzuwirken. Bei den Kriegsverletzungen ist die Gefahr der Schlottergelenkbildung deswegen noch besonders groß, weil bei ihnen häufig durch die verletzende Gewalt oder durch langdauernde Eiterung für die Festigkeit des Gelenkes unersetzbare Knochen- und Bandabschnitte zerstört sind. PAYR hat den Vorschlag gemacht, wichtige Bänder anstatt sie quer zu durchtrennen, gelegentlich der Länge nach zu spalten, derartig, daß jede der beiden Hälften mit ihrem Ansatz an einem der beiden Knochen verbleibt. Die beiden Bandhälften sollen, um nicht durch zu frühes Zusammenwachsen wieder zur Ankylosierung zu führen, zurückgeschlagen werden und nur im Bedarfsfalle später durch einen sekundären Eingriff vereinigt werden. Dagegen kann ich den Vorschlag von Moszkowicz, intraartikuläre Bänder (Binnenbänder) dadurch zu schaffen, daß man die Knochen bei der Nearthrosenoperation durch eine temporäre Silberdrahtnaht vereinigt, nicht gutheißen. Abgesehen von dem starken Zweifel, ob sich entlang jedem Silberdraht wirklich ein bandartiger, einen Halt gewährender, starrer organischer Strang entwickelt, ist die Unannehmlichkeit eines umfangreichen Fremdkörpers mit der Gefahr der Fistelbildung, Vereiterung und Brüchigkeit nicht zu unterschätzen. Da wäre ein Faszienband schließlich noch vorzuziehen. Überdies ist der von Moszkowicz erhoffte Erfolg, die Herstellung „eines Gelenkes nach Art einer beweglichen Syndesmose, die als Vorbild die Verbindung der beiden Teile eines Dreschflegels hat“, mir nicht gerade verlockend. Ein derartiges Gelenk ist für mich ein typisches Schlottergelenk. Moszkowicz arbeitet aber bisweilen geradezu plan-

mäßig auf die Bildung eines Schlottergelenkes hin, in der Hoffnung, später durch sekundäre Eingriffe die unerwünschte Überbeweglichkeit beseitigen zu können. Ich bezweifle, daß derartigen Bemühungen stets oder auch nur häufig Erfolg beschieden ist.

Wenn sich bei einem neugebildeten Gelenk das normale Ausmaß erheblich überschreitende, störende Wackelbewegungen einstellen, was namentlich bei den beiden großen Scharniergelenken des Körpers nicht selten zu geschehen pflegt, so läßt sich dieser Zustand häufig durch langes und konsequentes Tragen eines den Eintritt der pathologischen Stellung verhindernden Schienenhülsenapparates abstellen. Denn da die Bewegungen des neuen Gelenkes sich bis zu einem gewissen Grade als Funktionsergebnisse der nach der Operation stattfindenden Bewegungen darstellen, so kann die eine lange Zeit durchgeführte Vermeidung gewisser Bewegungen ihre Ausführbarkeit schließlich unmöglich machen.

Führt die Maßnahme nicht zum Ziele, und will man den Kranken von dem lästigen Schienenhülsenapparate befreien, so bleibt nur der Versuch einer operativen Festigung des Gelenkes übrig.

Hierzu bieten sich zwei Möglichkeiten. Entweder sucht man dem Gelenke durch die Bildung kräftiger extraartikulärer Bänder den nötigen Halt zu geben. Hierfür hat sich namentlich die Aufsteppung breiter Faszienlappen auf die entsprechende Stelle der neuen Gelenkkapsel bewährt, die oberhalb und unterhalb des Gelenkspaltes durch Naht, Nagelung, Verschraubung oder durch Durchziehen durch Knochenkanäle verankert werden müssen. HöSSLY berichtet über mehrere erfolgreiche Bandplastiken dieser Art am Knie und Ellenbogengelenk. Der Kern der Technik liegt für ihn darin, das neue Faszienband mit der örtlichen Muskulatur durch Abspaltung eines Muskellappens unter lebendigen Zug zu setzen, damit es der Atrophie entgeht. Oder man sucht durch Raffung von Muskeln oder Sehnen oder durch Verlagerung von Muskelansätzen den pathologischen Wackelbewegungen entgegenzuwirken. Der Operationsplan muß hierbei für den einzelnen Fall individuell zugeschnitten werden.

Die an dem neuen Gelenk beteiligten Gebilde unterliegen noch lange Zeit gewissen Umbildungen. Veränderungen der Knochenform und -struktur, der Kapsel, der Muskeln und damit auch Veränderungen der Beweglichkeit in normaler und pathologischer Richtung ziehen sich über Monate und Jahre nach der Mobilisierung hin. Im allgemeinen kann man jedoch nach etwa zwei Jahren mit einem einigermaßen bleibenden Funktionszustande rechnen.

#### g) Erfolge der Arthroplastik.

Die Bewertung der Mobilisierungsergebnisse der Kriegsankylosen ist außerordentlich schwierig. Die Zahl der bisher veröffentlichten Nachuntersuchungen ist gering. Zudem sind zahlreiche Angaben kaum brauchbar, weil die zwischen der Operation und zwischen der für die Berichterstattung maßgebenden Nachuntersuchung verstrichene Zeit zu kurz erscheint, um ein auch nur einigermaßen endgültiges Urteil über den Dauerwert des Gelenkes abgeben zu können. Jeder erfahrene Chirurg wird über Fälle verfügen, in denen ein anfänglich ausgezeichnetes Resultat nachträglich zu einem Mißerfolg wurde, und noch öfter entziehen sich derartige Kranke enttäuscht der Beobachtung. Leider werden nach längerer Zeit eingetretene Mißerfolge noch seltener als primäre Mißerfolge veröffentlicht. Eine weitere Schwierigkeit der Beurteilung der Mobilisierungsergebnisse liegt in der Vieldeutigkeit der Angaben der Nachuntersucher, da Ausdrücke wie „gutes Resultat“, „befriedigende Beweglichkeit“, „teilweiser Erfolg“ usw. für jeden etwas anderes bedeutet. Aber nicht einmal die Angabe zahlenmäßiger Winkelgrade ist ein objektiver Maßstab für den Zustand und noch weniger für die praktische Brauchbarkeit des Gelenkes. Nur zu oft konnte



ich mich davon überzeugen, daß die Messung des Bewegungswinkels bei verschiedenen Untersuchern erheblich abweichende Werte ergab, wobei die Operateure oft erstaunlich optimistische Angaben machten. Auch die Freilichtaufnahmen und die Röntgenbilder besagen nicht viel, da durch eine geringe Stellungsänderung grobe Täuschungen bei der Beurteilung der Winkel unterlaufen können. Es fehlt bisher, und das ist ein schwerer Mißstand, daß ein einziger objektiv und kritisch veranlagter Beobachter das ungesiebte Material zahlreicher Operateure lange Zeit nach der Operation nachuntersuchen konnte. Meine dahin gehenden Pläne wurden durch den unglücklichen Ausgang des Krieges, die damit zusammenhängenden politischen und wirtschaftlichen Nöte und die Steuerbelastung des einzelnen zerstört. Bei der hohen wirtschaftlichen Bedeutung der Frage, was die Mobilisierung ankylosierter Gelenke wirklich in praxi leistet, von deren richtiger Beantwortung Millionenwerte abhängen, wäre eine staatliche Unterstützung einer derartigen Untersuchung erwünscht.

Trotzdem seien durch Nennung einiger Zahlen gewisse Anhaltspunkte über die Resultate der Mobilisierung von Kriegsankylosen gegeben: PAYR rechnet bei der Mobilisierung des Ellbogengelenkes mit 70—80% Erfolgen. LEXER hatte bei 17 Kniemobilisierungen 12 Erfolge und 5 Mißerfolge. APPEL hat 2 Kniegelenke mit bestem Resultat mobilisiert. HAHN erzielte bei 4 Ellbogenoperationen 3 gute Resultate und 1 Reankylosierung, bei 1 Knie 1 Ankylose, bei einem anderen eine Beweglichkeit von 30 Grad, bei 1 Handgelenk 1 Ankylose. HÖSSLY berichtet, daß von 16 Mobilisationen des Ellbogengelenkes 7 beinahe normale Funktion erhielten, 12 eine wesentliche Besserung erfuhren, 4 Fälle gaben unter Bildung von 3 Schlottergelenken und 1 Ankylose schlechte Resultate. Bei 3 Teilankylosen des Kniegelenkes ist Besserung, 1 mal mit voller Streckfähigkeit, eingetreten, bei 2 totalen Ankylosen kam es 1 mal wieder zur Versteifung, 1 mal nur zu 20 Grad Beweglichkeit. 4 Fußgelenkoperationen ergaben 2 Mißerfolge und 2 Erfolge. 3 Drehankylosen des Vorderarmes blieben unge bessert. 2 totale jedoch nur kurz beobachtete Handgelenkankylosen erschienen gebessert. BIER hält die Mobilisierung des versteiften Ellbogengelenkes „für keine Kunst“. Ich muß gestehen, daß meine persönlichen Erfolge eher schlechter als besser wie diese von anderen Seiten veröffentlichten Erfolge sind. Meine besten Erfolge erzielte ich am Knie- und Hüftgelenk.

Um den Schluß mit einem ermutigenden Resultat zu machen und die Widerstandsfähigkeit mobilisierter Gelenke auch gegenüber den Strapazen und neuen Verletzungen des Krieges zu beleuchten, sei folgender schöne Erfolg PAYRS angeführt: Ein im Jahre 1910 operiertes 5 Jahre vollkommen ankylosiertes Kniegelenk erlangt durch blutige Mobilisierung einen Gebrauchswinkel von 90 Grad ohne störende seitliche Beweglichkeit. Der Träger des Gelenkes macht den Feldzug anfangs als Kavallerieoffizier, später als Fliegeroffizier mit, wird aus bedeutender Höhe abgeschossen und erleidet am unteren Ende des mittleren Drittels des operierten Beines einen komplizierten Splitterbruch, der in englischer Gefangenschaft mit Inzision unter Durchtrennung von mehr als der Hälfte des Quadrizeps behandelt wird und zu einer monatelangen Ruhigstellung des Kniegelenkes führt. Trotzdem verliert das neue Gelenk nur wenig von seiner Exkursionsbreite und erlangt durch Übungen seinen alten Bewegungsgrad fast vollständig wieder: Die Nearthrose hat besser durchgehalten als manches normale Gelenk!

## h) Spezielles.

### a) Die operative Mobilisierung des Kiefergelenkes.

Das Kiefergelenk ist dasjenige Gelenk des menschlichen Körpers, an dem HELFERICH zum ersten Male im Jahre 1894 eine Arthroplastik im modernen Sinne mit gutem Erfolge ausführte.

Die Operation läßt sich zumeist in Lokalanästhesie durchführen, wobei das Lokalanästhetikum auch medial vom Gelenkfortsatz des Unterkiefers eingebracht wird.

Die Schnittführung zur Freilegung des Gelenkes wird geleitet durch die Forderung, keine größeren entstellenden Narben zu veranlassen und die in der Gegend des Kiefergelenkes gelegenen wichtigen Gebilde, nämlich die Äste des N. facialis, die Vasatemporalia und die Glandula parotis zu schonen. Die Zahl der angegebenen Schnitte ist groß. Ich bevorzuge einen  $\frac{1}{2}$ –1 cm von dem vorderen Ohrmuschelansatz in der Richtung des oberen Unterkieferastes geführten Längsschnitt, der am oberen Rande des Jochbogens beginnt und zunächst etwa 4 cm nach abwärts geführt

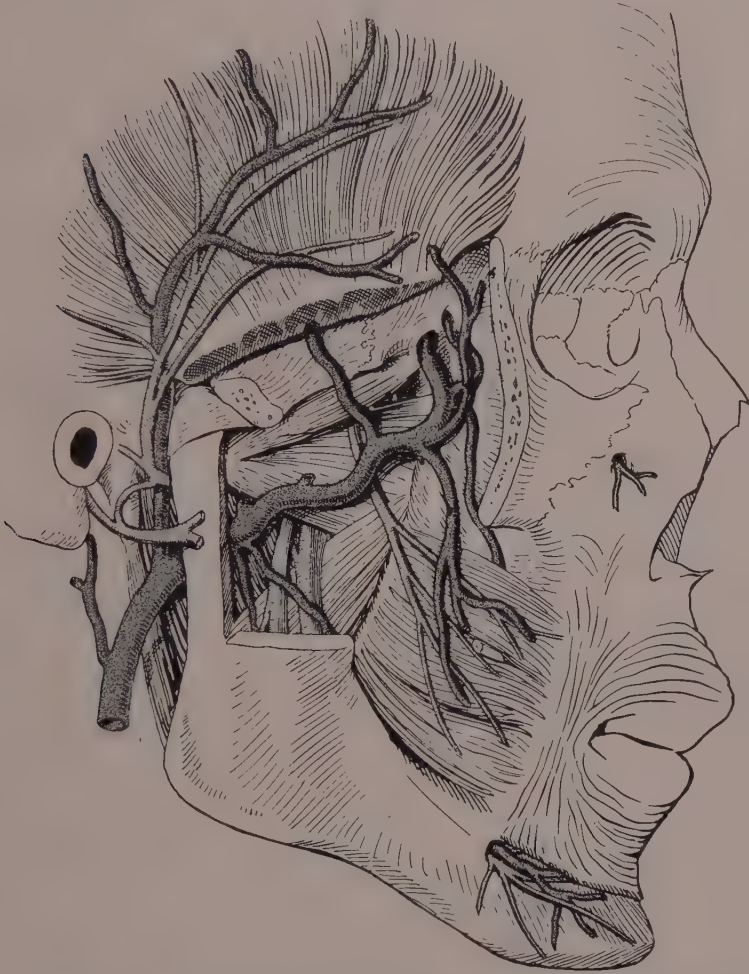


Abb. 641. Zur Mobilisierung des Kiefergelenkes. Lage des Fazialis und der Art. maxill. int. zum Gelenk nach CORNING.

(Aus Corning, Lehrb. d. topogr. Anat. 1915.)

wird. Im Bedarfsfalle wird der Schnitt nach abwärts oder auch nach aufwärts verlängert oder es wird im oberen Wundwinkel entlang dem Jochbein auf ihn ein Querschnitt nach hinten bis an die Ohrmuschel oder um einige Zentimeter nach vorn oder beidseitig aufgesetzt. Andere Operateure empfehlen einen S-förmigen Schnitt. Der Schnitt wird zunächst nur durch die Haut geführt. Man dringt präparatorisch in die Tiefe, spaltet in der Richtung des Hautschnittes die Fascia parotidomasseterica, wonach die Parotis mit den ihr anliegenden mittleren Fazialisästen nach abwärts und vorn, der hintere Teil des M. masseter nach vorn und die Vasa temporalia und die oberen Fazialisäste nach hinten gedrängt werden. Bei brüskem Hakenzug tritt trotz erhaltener Kontinuität der Fazialisfasern im Anschluß an die Operation oft eine vorübergehende Lähmung des Gesichtsnerven ein. Sobald man den am oberflächlichsten gelegenen hinteren Ansatz des Proc. zygomaticus erreicht und

freigelegt hat, geht man an seinem unteren Rande auf das in größerer Tiefe gelegene Collum mandibulae ein, das man nach Möglichkeit ohne Ablösung seines Periostes nach abwärts einige Zentimeter weit präpariert. Größere Schwierigkeiten entstehen nur beim Vorhandensein von Narben und Kallusmassen. Indem man diese Präparation seitlich und gelenkwärts fortsetzt, nähert man sich immer mehr dem Kiefergelenk, das bei erhaltener Restbeweglichkeit durch Öffnen und Schließen des Mundes leichter auffindbar wird. Die extraperiostale Freilegung des Kieferastes auch auf der Rückseite ist vor Beseitigung des Knochens wegen der bedrohlichen Nähe der an dieser Stelle verlaufenden Art. maxill. int. nicht zu versuchen. Vielmehr wird der Unterkieferast unter gewaltsamer Abdrängung der Ansätze des M. ptergoideus ext. mit je einem schmalen Elevatorium hart auf dem Knochen umgangen und hierauf dicht unter dem Gelenk durchmeißelt oder mit schmaler Luerscher Zange durchgeknipt. Das am Kieferköpfchen haftende Stück läßt sich bei bindegewebiger Ankylose mit Hilfe scharfer Schnitte herausdrehen. Bei knöcherner Ankylose wird mit Luerscher Zange und Meißel die Gelenkgegend in der Form eines flachen Gewölbes rekonstruiert. Hierbei hüte man sich, in die mittlere Schädelgrube einzubrechen, was leicht geschehen kann, da das knöcherne Dach der normalen Gelenkpfanne papierdünn ist. Dem oberen Ende des Oberkieferfortsatzes gibt man eine runde Gestalt. Die so geschaffene Knochenlücke soll  $1\frac{1}{2}$ —2 cm betragen. Das auf der medialen Seite verbliebene Periost des resezierten Teiles des Kieferastes beseitigt man möglichst vollständig, jedoch mit größter Vorsicht vor der Art. maxill. int. (Abb. 641).



Abb. 642. Arthroplastik des Kiefergelenkes nach totaler Ankylose.  
(Aus M. Med. W. 1917, Arb. Schepelmann.)

Durch den Versuch des Kranken, den Mund zu öffnen und zu schließen, überzeugt man sich von dem Grade der durch den Eingriff bisher erzielten Beweglichkeit. Denn besonders bei schweren Schußzertrümmerungen oder nach schwerer Infektion ist die Mobilisierung mit dem bisher beschriebenen Vorgehen durchaus noch nicht vollendet. Es kann notwendig sein, weitere in Narben eingeschlossene Abschnitte der Unterkiefer, wie vor allem den Proc. coronioideus auszulösen oder zu entfernen. Oft setzen die narbig degenerierten Muskeln, zumal der M. temporalis und der M. masseter dem Öffnen des Mundes großen Widerstand entgegen. Sie werden alsdann durchtrennt, plastisch verlängert oder exstirpiert, was, da die Muskeln der anderen Seite vikariierend eintreten, ohne funktionelle Störung weitgehend möglich ist. Mysch durchtrennt zur Behebung starker Muskelkontrakturen den Jochbogen beiderseits, klappt ihn im Zusammenhange mit dem M. masseter herunter und trennt durch Abkneifen des Proc. coronioideus den Ansatz des M. temporalis am Unterkiefer ab. Hierauf werden der Arcus zygomaticus und die abgetrennte Spitze des Proc. coronioideus durch

zwei Nähte miteinander vereinigt, so daß M. temporalis und masseter einen einheitlichen Muskelstrang bilden, der am Planum temporale entspringt und am Kieferwinkel ansetzt.

In dem neugeschaffenen,  $1\frac{1}{2}$ —2 cm breiten Gelenkspalt wird als Interpositionsmaterial ein dem M. temporalis oder masseter entnommener gestielter Muskelfaszienlappen, oder frei transplantiertes Fett eingeschlagen, oder das oben abgerundete Ende des aufsteigenden Kieferastes wird in ein der Fascia lata entnommenes, nach außen Fett tragendes Säckchen eingehüllt. Es folgt sorgfältige Schichtnaht der Weichteile nebst Haut.

Bei beiderseitiger Ankylose wird die Mobilisierung in einer Sitzung beiderseitig ausgeführt.

Der Erfolg der Operation ist in der Regel sofort befriedigend (Abb. 642). Aber erst nach 10 Tagen werden den Kranken ausgiebigere Bewegungen gestattet. Die Beweglichkeit pflegt dann schnell zuzunehmen, da Essen, Trinken und Sprechen die beste orthopädische Nachbehandlung ist, und da die Kranken an der zunehmenden Fähigkeit, den Mund zu öffnen, lebhaft Freude und reges Interesse empfinden. Daneben ist jedoch eine regelrechte Übungsbehandlung unerlässlich, deren wichtigster Teil in dem Einschrauben eines Holzkreisels zwischen die Zahnreihen besteht (Abb. 643). Diese Therapie soll über Jahre fortgesetzt werden, da selbst nach sehr langer Zeit Reankylo-



sierung erfolgen kann. Wir haben einen Kranken beobachtet und im Königsberger Verein für wissenschaftliche Heilkunde demonstriert, der alle paar Jahre zur Mobilisierung seiner beiden Kiefergelenke die Klinik aufsuchen mußte, um nach jeder Operation ein glänzendes, leider immer nur einige Jahre andauerndes Resultat zeigte.

Schlößtergelenkbewegungen pflegen nicht zu stören. Weicht der Kiefer beim Öffnen des Mundes einmal erheblich nach der operierten Seite ab, so ist dieser Neigung durch zeitweiliges Tragen geeigneter zahnärztlicher Apparate zu beugen.

### β) Die operative Mobilisierung des Schultergelenkes.

Will man die Operation in Lokalanästhesie ausführen, so ist außer der Kulkampffschen Plexusanästhesie noch örtliche Umspritzung des Operationsfeldes erforderlich. Wegen dieser Umständlichkeit ist, wenn keine Kontraindikation besteht, Narkose zu bevorzugen.

Zur Freilegung des Schultergelenkes findet entweder der Olliersche Schnitt unter Benutzung des Trigonum deltoideo-pectorale oder der Langenbecksche Schnitt Verwendung, der durch den vorderen Teil des M. deltoideus parallel seinem Faserverlauf geradewegs auf die im Sulcus intertubercularis verlaufende Bizepssehne losgeht. Die Schädigung des für die Elevation des Oberarmes so überaus wichtigen M. deltoideus ist auch durch den letzteren Schnitt gering, da die Fasern des N. axillaris hierbei nicht nennenswert betroffen werden. Beide Schnitte sollen sowohl nach oben wie nach unten ohne ängstliche Sparsamkeit ausgedehnt werden.

Das Schultergelenk wird in der für die Resektion bekannten Weise freigelegt, wobei jedoch das den Oberarmkopf bis zum Collum chirurgicum bekleidende Periost nach Möglichkeit am Knochen belassen wird, um im Zusammenhange mit dem Kopf entfernt zu werden. Auf Schonung der langen Bizepssehnen sei hingewiesen.

Bei bindegewebiger Ankylose läßt sich der Humerus nach Eröffnung der Gelenkkapsel und Durchtrennung der Adhäsionen luxieren und vor die Wunde lagern. Bei knöcherner Ankylose muß hierzu die Kallusmasse in der Gegend des Gelenkes durchmeißelt werden. Der obere Teil des Humerus wird so weit abgetragen und abgerundet, daß zwischen der mit Meißel und großem scharfen Löffel glockenförmig ausgeräumten Pfanne bei Zug am Arm eine Diastase von 1–1,5 cm entsteht.

Sobald man genötigt ist — und das ist meistens der Fall — ein größeres Stück des Humeruskopfes abzusägen, wird die halbkuglige Abrundung des Knochenstumpfes wegen der Eröffnung der Markhöhle schwierig. Die obere Begrenzung gleicht vielmehr einem quer abgeschnittenen Rohr, aus dem in der Regel Blut und Knochenmark herausquillt. Ich würde hier künftig zur Herbeiführung eines festen Abschlusses einen frei transplantierten Knochenbolzen in den Oberarm keilen — wie ich es bei der Mobilisierung des Hüftgelenkes mit bestem Erfolg getan habe — um so dem Oberarmschaft einen festen und gestaltungsfähigen Abschluß zu geben.

Die narbig, meist stark veränderte Kapsel wird so ausgiebig wie möglich exstirpiert. Etwa zurückgelassene überbrückende Periostteile werden entfernt.

In die entstandene Lücke kann ein gestielter Muskellappen aus dem M. pectoralis oder aus dem M. deltoideus eingelagert werden, oder man wählt die kappenförmige Bedeckung des Oberarmkopfes mit einem Stück der Fascia lata oder die freie Transplantation von Fett.

Ist der Gelenkkopf soweit erhalten, daß er sich als kugliges Gebilde nach der Eröffnung des Gelenkes hervorluxieren läßt, so rät KLAPP, ihn im Bereiche des Collum chirurgicum nur temporär abzutragen und ihn nach Abtragen einer etwa 2 cm dicken Querscheibe aus der Metaphyse wieder auf den Humerusstumpf aufzupflanzen, wo er durch Einkeilung oder nach Anlage von Bohrlöchern durch Nähte befestigt wird. Ist der Knorpelüberzug des Kopfes zugrunde gegangen, so wird er nach der Umpflanzung mit einem frei transplantierten Faszienlappen überzogen (Abb. 644).

Läßt sich die oft beträchtliche Kappillarblutung nicht genügend stillen, so dräniere man die Wunde, wobei ein Drän nach vorn aus der im übrigen schichtweise geschlossenen Operationswunde herausgeführt werden kann. Besser ist die Anlage einer hinteren Drainageöffnung, zu welchem Zwecke man eine Kornzange gegen die Hinterwand der Wundhöhle am medialen Rande des Deltoideus stößt und von außen auf sie einschneidet.

Nach Anlage des Wundverbandes wird der Arm durch einen Klebeverband in mindestens rechtwinkliger Abduktionsstellung mit leicht gebeugtem Ellbogengelenk extendiert. — Auch nach dem Beginne von Bewegungsübungen muß die Extension in Abduktionsstellung des Nachts über Monate fortgesetzt werden, um die starke Neigung zur Adduktionskontraktur zu bekämpfen.

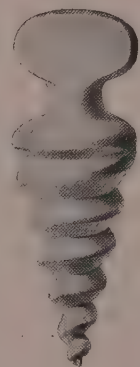


Abb. 643.  
Holzkreisel.

Bei lediglich auf einer Sklerosierung der Kapsel beruhenden Schulterankylosen, wo das Röntgenbild normale Konturen des Knorpelüberzuges von Pfanne und Kopf erkennen läßt, rät KLAPP nur die geschrumpfte Kapsel durch einen Schnitt zu erweitern und mit klaffender Erweiterung ausheilen zu lassen. Er empfiehlt folgendes Vorgehen:

Mit einem der zur Arthrotomie angegebenen vorderen Längs- oder Schrägschnitte (LANGENBECK, KOCHER, OLLIER, HÜTER), die in der Mitte zwischen Acromion und Proc. coracoideus beginnen, wird der Deltoideus freigelegt und über dem Gelenk in seiner Faserrichtung mit aller Schonung durchtrennt. Dann wird die lange Bizepssehne, die bei der Verdickung der Kapsel oft schwer zu erkennen und besser an der fühlbaren Zwischenhöckerrinne festzustellen ist, frei herausgeholt und mit stumpfem Haken beiseite gehalten. Dabei läßt sich, falls die Diagnose richtig war, erkennen, daß eine Gleitfähigkeit der Sehne in ihrer Röhre beim Heben und Senken des Armes nicht besteht. Etwa

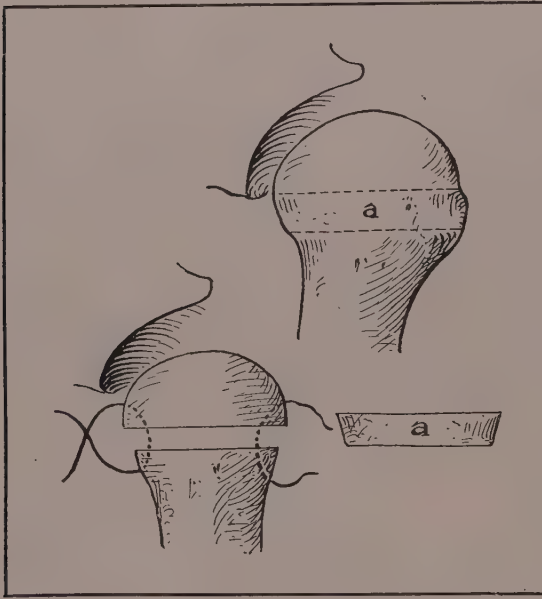


Abb. 644.

Umpflanzung von Gelenkenden nach KLAPP.

(Aus Bier-Braun-Kümmel, Chirug. Operationslehre, 3. Aufl. 1920, Bd. 5.)

2 cm medial der Bizepssehne legt man die Kapselspaltung in vertikaler Richtung an. Dabei soll vorn die Kapsel in der Gegend ihrer mittleren und vor allem auch unteren Verstärkungsbänder (Ligg. gleno-humerales sup. und inf.) fast quer zu deren Verlauf, also senkrecht von oben nach unten, durchtrennt werden. Oben braucht die Kapsel nicht gespalten zu werden. Auf die weite Spaltung nach unten wird viel ankommen, da die volle Abduktion gerade hier ihre Hemmung findet. Die Kapsel, die hier normalerweise die Dicke von  $\frac{1}{8}$  cm nicht überschreitet, ist bei Kapselschrumpfungen oft 1 cm dick. Der Kapselschnitt bleibt ungenäht. Nach der Operation wird der Arm bei gebeugtem Ellbogengelenk durch eine Aufhängevorrichtung in maximaler Abduktionsstellung für 10 Tage fixiert. Von diesem Zeitpunkt ab kann der Kranke mit einer Hyperabduktionsschiene umhergehen. Bald werden Bewegungen oberhalb der Horizontalebene ausgeführt, während Stellungen unterhalb der Horizontalen erst nach etwa 4 Wochen gestattet werden.

Die Erfolge der Schultergelenkmobilisierung sind nichtrest-

los befriedigend. Das wird denjenigen nicht wundern, der sich bewußt ist, wie groß die Neigung des Schultergelenkes zur Ankylosierung in Adduktionsstellung selbst nach geringfügigen Traumen und nach kleinen operativen Eingriffen ist. Zu dem mit der Mobilisierung verbundenen Eingriffe kommt hinzu, daß eine Anzahl für die Bewegungen im Schultergelenk bedeutungsvoller Muskeln vom Oberarm abgetrennt wird. Selbst bei Erzielung einer hinreichenden Beweglichkeit im Schultergelenk hat der Kranke in der Regel nur beschränkten Nutzen, da er den Arm aktiv nicht sicher dirigieren kann. Deswegen führen die Abbildungen, die die Beweglichkeit des Oberarmes nach einer Mobilisierung veranschaulichen sollen, die Kranken fast stets mit passiv extendiertem Arme vor, wodurch naturgemäß über die aktive Gebrauchsfähigkeit des Schultergelenkes nichts zu entnehmen ist. Ankylosiert das Schultergelenk nach der Operation neuerdings, und zwar in der durch den Extensionsverband zunächst aufrechterhaltenen Abduktionsstellung, so kann hierdurch eine gute Bewegungsfähigkeit des Schultergelenkes vorgetäuscht werden, da die Kranken es schnell lernen, durch ausgiebige Bewegung des Schulterblattes und der Wirbelsäule den Arm sowohl zu adduzieren wie auch zu abduzieren und zu elevieren.

### γ) Die operative Mobilisierung des Ellbogengelenkes.

Das Ellenbogengelenk ist dasjenige Gelenk, das am häufigsten den Gegenstand von Mobilisierungsversuchen bildet und bei dem nach allgemeinem Urteil die besten Erfolge erzielt werden. Das ist an sich um so überraschender, als sich in dem komplizierten Gelenk nicht allein die Beuge- und Streckbewegungen zwischen Oberarm und Unterarm, sondern auch die Drehbewegungen des Radius um die Ulna vollziehen.

Will man Narkose nicht anwenden, so ist der Eingriff in Plexusanästhesie gut durchzuführen. Zu warnen ist vor der Esmarchschen Blutleere, da eine auch nur vorübergehend auftretende Plexuslähmung den ganzen Erfolg der Mobilisierung in Frage stellt.

Nach vielen anderweitigen Versuchen bin ich wieder zu dem alten Langenbeck'schen Längsschnitt zurückgekehrt, der die Muskulatur des Trizeps auf der Grenze zwischen dem mittleren und medialen Drittel durchdringt und über das Olekranon auf die Ulnakante übergeht. Der Schnitt muß

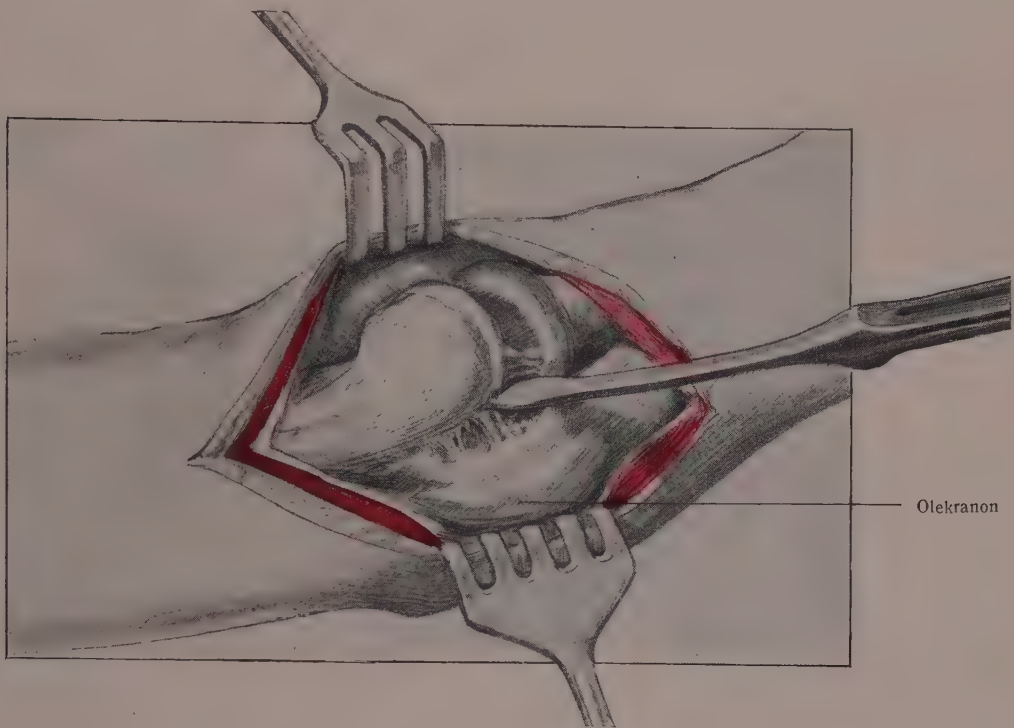


Abb. 645. Arthrotomie nach KOCHER.

(Aus Bier-Braun-Kümmell, Chirurg. Operationslehre, 3. Aufl., Bd. 5.)

zirka 8—10 cm lang sein, um genügenden Überblick zu gewähren. Bei der nun folgenden, über beide Epikondylen fortgesetzten Lösung der Weichteile sucht man nach Möglichkeit Narbenmassen und Periost an dem Knochen zu belassen, um sie später im Zusammenhange mit den Gelenkenden zu entfernen. Bei stärkeren Gewebsveränderungen ist die planmäßige Freilegung des N. ulnaris zwecks sicherer Schonung anzuraten.

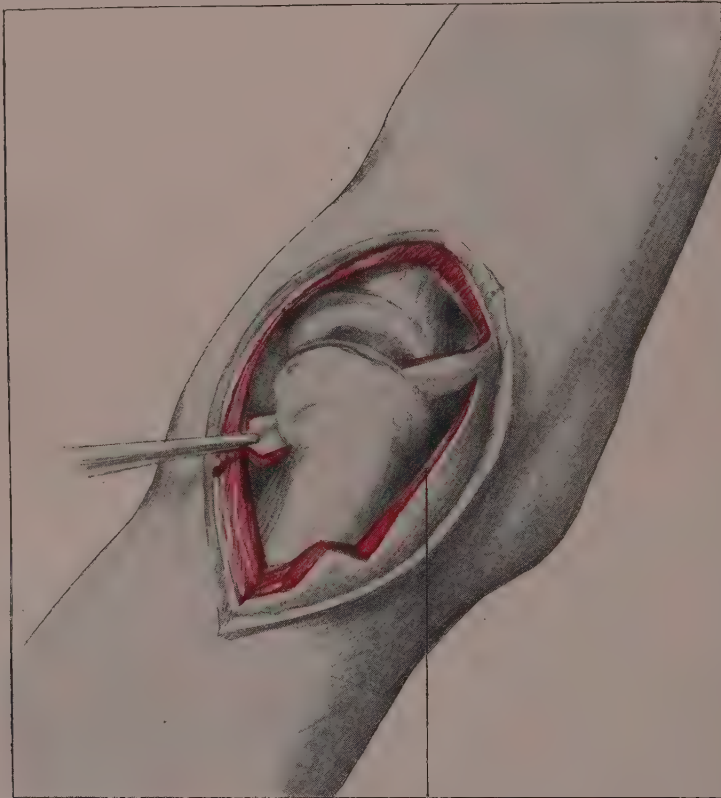
Etwas schwieriger pflegt sich die Freilegung des Gelenkes bei Benutzung des Kocherschen lateralen Längsschnittes zu gestalten, der etwa 6 cm oberhalb des Epicondylus lat. beginnend entlang der Kante des Humerus distal über das Radiusköpfchen läuft, um dorsal bogenförmig auf die Ulnakante zu ziehen. Die Gesamtlänge des Schnittes soll etwa 12 cm betragen. Nach allseitiger Vertiefung des Schnittes auf die Knochen folgt die Auslösung des Ellbogengelenkes in üblicher Weise, wobei der Epicondylus lat. und eine Scheibe des Olekranons zur genügenden Mobilisierung der hinteren Weichteilkappe abgemeißelt werden (Abb. 645).

Die bei den einfachen Längsschnitten nicht immer restlos behobenen Schwierigkeiten, das Ellenbogengelenk ausgiebig zu übersehen und namentlich bei starker Schwielen- und Kallusbildung an alle zu exstirpierenden Gewebmassen gut heranzukommen, gaben die Veranlassung, sich durch



zwei voneinander getrennte Schnitte Zugang zu verschaffen. (Bilateralschnitt.) Im allgemeinen wird in diesem Falle ein größerer lateraler und ein kleinerer medialer Längsschnitt gewählt, die beide die Epikondylen des Humerus als ungefähren Mittelpunkt haben. PAYR empfiehlt, zu einem lateral neben dem Olekranon verlaufenden Längsschnitt im Bedarfsfalle einen vorn im Sulcus bicipitalis medialis gelegenen zweiten Schnitt hinzuzufügen. Ich kann mich mit der doppelten Schnittführung nicht befreunden; ich ziehe einen Schnitt von genügender Länge vor, womit ich stets ausgekommen bin.

Noch größer ist Übersichtlichkeit und Zulänglichkeit bei den hinteren, den Streckapparat quer durchtrennenden Lappenschnitten. Die hierbei nicht zu vermeidende schwere Schädigung des Ellenbogenstreckapparates ist deswegen nicht von so erheblicher Bedeutung, weil der Ellbogen der Schwere des Unterarmes entsprechend bei den üblichen Körperlagen selbsttätig in Streckstellung



Trizeps

Abb. 646. Interposition eines Muskelfaszienlappens aus dem Muskeltrizeps nach KOCHER.

(Aus Bier-Braun-Kümmell, Chirurg. Operationslehre, 3. Aufl., Bd. 5.)

fällt und es bei den meisten Verrichtungen vorwiegend auf eine aktive Beugung des Ellenbogengelenkes ankommt.

Man bildet auf der Hinterseite des Gelenkes einen am besten proximal gestielten zungenförmigen Hautlappen, der etwa die Verbindungslinie der Gruben proximal der Kondylen als Basis hat. Nach Abpräparieren des Hautlappens wird der in seine Sehne übergehende distale Abschnitt des Trizeps freigelegt und auf seiner Vorderseite vom Gelenk und vom Humerus so vollständig abpräpariert, daß er mit einem Elevatorium unterfahren werden kann. Der isolierte Abschnitt des Trizeps wird in frontaler Ebene von distal innen nach proximal außen durchtrennt. Hierdurch ist ein breiter Zugang zur Hinterseite des Gelenkes geschaffen.

Der Versuch, die Gelenkkörper weitgehend im Zusammenhange mit der Gelenkkapsel, Narbenmassen und Periostbekleidung auszulösen, stößt in der Regel sehr bald auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Deswegen eröffne man alsbald das Gelenk unter Opferung der Seitenbänder und luxiere die Knochen vor die Wunde. Der Humerus und die Ulna werden in einer einander entsprechenden Bogen-

linie so weit abgesägt, daß bei Rücklagerung der Knochen und distrahierendem Zug eine 1 - 1,5 cm breite Lücke entsteht.

Ist das mit dem Ellbogengelenk in Verbindung stehende Radio-Ulnar-Gelenk gesund, so wird das Köpfchen nur so weit abgetragen, daß es über die Sägefläche der Ulna nicht herausragt. Besteht aber eine Ankylose des genannten Gelenkes, so wird die Abtragung des Radius über das Lig. annulare radii hinaus vorgenommen, so daß keine Berührung zwischen den proximalen Abschnitten von Radius und Ulna bestehen bleibt. Ich halte dieses radikale Vorgehen für besser als den Vorschlag, einer Reankylosierung nach Durchtrennung des Lig. annulare durch Interposition eines Zwischenmaterials zwischen Radiusköpfchen und Ulna entgegenzuarbeiten.



Abb. 647. Ellbogengelenks-Synosthose. Mobilisierung. Implantation des Interdigitalgelenkes der linken großen Zehe. 2 Monate nach Operation. (Eigene Beobachtung.)

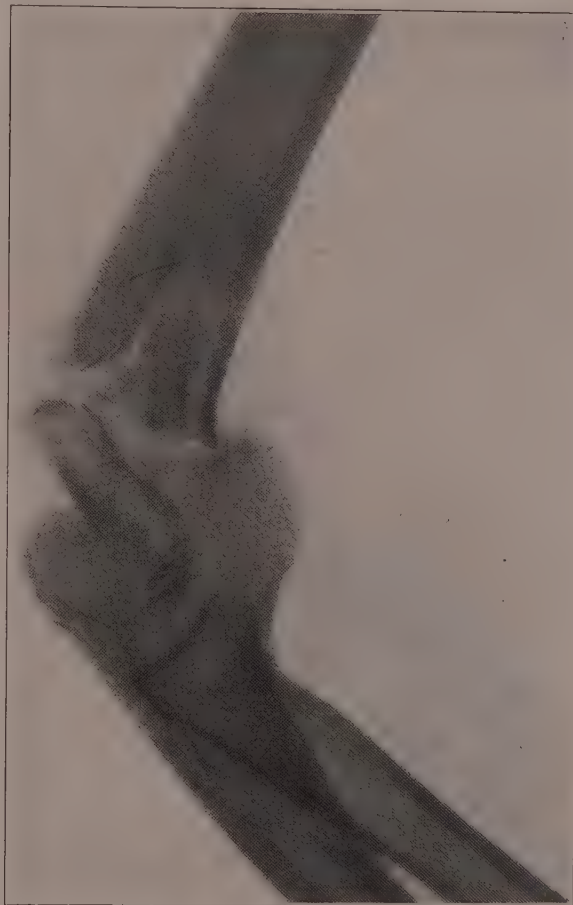


Abb. 648. Derselbe Fall wie Abb. 647.

Nachdem alle Gelenkflächen genügend hergerichtet und geglättet sind, werden die Kapsel, Periostteile und Narbenmassen mit Messer oder Schere gründlich entfernt. Zum Schlusse folgt die Interposition. Als gestieltes Implantat finden am häufigsten Muskelfaszienlappen aus dem Trizeps, seltener Lappen aus dem Pronator teres und Brachio-radialis Verwendung (Abb. 646). Die Lappen werden mit Rücksicht auf ihre Ernährung möglichst proximal gestielt. Da das Muskelmaterial nur spärlich vorhanden ist, so wird leicht der Fehler gemacht, zu kleine, die Gelenkkörper nur unvollständig deckende Lappen zu schneiden. Würde das Radioulnargelenk ohne Dekapitation des Kopfes mobilisiert, so soll der Lappen auch den Spalt zwischen Radius und Ulna ausfüllen.

Bequemer ist die Verwendung frei transplantierten Gewebes. Ein Lappen der Fascia lata läßt sich an dem kolbenförmigen Gelenkende des Humerus gut in Sackform befestigen. Auch

die Verwendung eines der Tibia entnommenen Periostlappens wird gerade bei der Mobilisierung des Ellbogengelenkes besonders gerühmt.

BUCHMANN hat als erster das extraartikulär entnommene linke Metatarso-Phalangeal-Gelenk erfolgreich in den Gelenkspalt transplantiert. Ich habe, da ich die Entnahme dieses Gelenkes für eine Schädigung ansehe, in zwei Fällen das linke Interphalangealgelenk der großen Zehe benutzt. Die beiden Phalangen werden ohne Eröffnung des sie verbindenden Gelenkes mit ihrem Periost entnommen, an ihren einander abgekehrten freien Enden zugespitzt und in mit der Kugelfräse geschaffene Bohr-

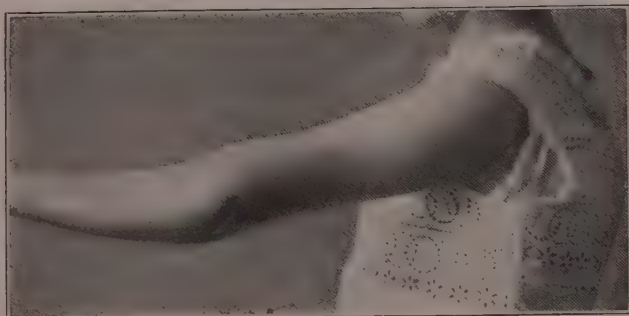


Abb. 649.



Abb. 650.

Abb. 649 u. 650. Derselbe Fall wie Abb. 647.

löcher des quer abgesägten Humerus und der Ulna fest in der Weise eingekeilt, daß nunmehr eine Bewegung im Ellbogengelenk von  $180^{\circ}$  bis über  $90^{\circ}$  möglich ist.

Die Wunde wird schichtweise durch Naht geschlossen. Für die ersten Tage kann ein Drän eingelegt werden.

Nach Anlegung eines auch seitlichen Halt gewährenden Kompressionsverbandes wird eine Armschiene angelegt oder am Unterarm eine Extension befestigt und der Arm bei einer Beugestellung von etwa  $120^{\circ}$  im Ellbogengelenk, bei rechtwinklig abduziertem Oberarm und bei supiniertem Unterarm aufgehängt. Bei Im-



Abb. 651. Mobilisierung des Ellbogengelenkes nach durch Eiterung bedingter totaler Ankylose.

(Aus Bruns Beiträge Bd. 101, Arb. Lange.)

plantation eines Zehengelenkes verzichtet man auf die Extension und macht einen Schienenverband in rechtwinkliger Stellung. Nicht selten tritt innerhalb der ersten 24 Stunden eine erhebliche, für die Kranken mit Schmerzen und qualvollen Parästhesien verbundene Schwellung im Bereiche des Ellenbogens und des Unterarmes auf, was eine sofortige Indikation darstellt, in ganzer Ausdehnung des Armes alle Verbandstoffe bis auf die Haut zu durchtrennen und den Verband neu in genügender Weite anzulegen.

Die Veröffentlichungen über operativ mobilisierte Ellbogengelenksankylosen berichten fast

ausnahmslos über günstige, häufig über glänzende, den Bewegungen normaler Gelenke ebenbürtige Erfolge. Ich persönlich bin sehr zufrieden, wenn ich eine schmerzlose aktive Beweglichkeit von einem rechten Winkel erreiche; ich muß aber bekennen, daß mir das in vielen Fällen nicht gelungen ist. Die Auffassung der verschiedenen Untersucher darüber, was unter der aktiven Beweglichkeit eines Ellbogengelenkes um  $90^{\circ}$  Grad zu verstehen ist, ist offenbar nicht einheitlich. Die einzelnen Arbeiten beigefügten Abbildungen sprechen dafür, daß gelegentlich Beobachter auf die von geübten Kranken mit viel Geschick ausgeführte Vortäuschung einer großen Beweglichkeit — oft nur allzu gerne — hereinfallen.



Trotz der Radikalität der geschilderten Mobilisierungsverfahren scheint das Auftreten von Schlottergelenken nur selten vorzukommen, was uns im Hinblick auf die öfter ungenügend ausfallende Beweglichkeit zu gründlichem Vorgehen ermutigt.

#### b) Die operative Mobilisierung des Handgelenkes.

Die Indikation zu diesem Eingriffe ist ohne weiteres gegeben, wenn das Handgelenk in Beugestellung versteift ist, wodurch die Gebrauchsfähigkeit der Hand stets auf das empfindlichste beeinträchtigt wird. Tritt in diesem Falle eine Reankylosierung ein, so hat der Kranke von der Operation wenigstens den Vorteil der Stellungsverbesserung seines steifen Handgelenkes. Bei in günstiger Stellung versteiften Handgelenken wird man im Hinblick auf

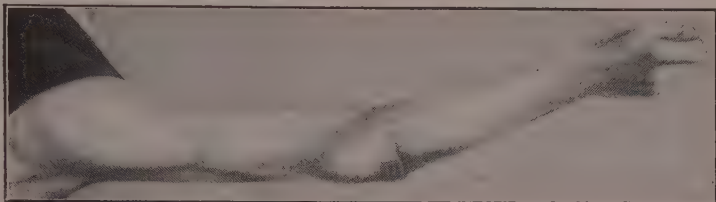


Abb. 652. Granatsplitterverletzung. Gelenkvereiterung, knöcherne Ankylose, Mobilisierung.

(Aus Bruns-Beiträge Bd. 108, Arb. Schepelmann.)

die Zweifelhaftigkeit des Erfolges mit der Empfehlung des Eingriffes zurückhaltender sein. Immerhin wird mit Rücksicht auf Alter und Beschäftigung des Kranken auch in vielen derartigen Fällen die Mobilisierung angebracht erscheinen. Besonders vorsichtig ist die Prognose zu stellen, wenn, was bei den Kriegsverletzungen häufig der Fall ist, die Sehnen der langen Fingermuskeln in harte Narben- oder Kallusmassen einbezogen oder zugrunde gegangen und die Finger mehr oder minder unbeweglich sind. Die Beweglichkeit eines Handgelenkes kann von dem Träger nur dann ausgenutzt werden, wenn die Finger hinreichend brauchbar sind. In solchen Fällen muß der Arthroplastik des Handgelenkes die Tendolyse oder die Tendoplastik in einer besonderen Voroperation oder bei der Gelenkoperation vorausgeschickt werden. Aus der Friedenschirurgie wissen wir zur Genüge, wie wenig erfolgreich derartige Eingriffe in der Regel sind, die zur Bekämpfung der nach Phlegmonen entstandenen schwieligen Verwachsungen von Sehnen und von Sehnenscheiden vorgenommen werden.

Das Ziel der Arthroplastik ist die Ermöglichung dem Willen unterworfenen Bewegungen vorwiegend in dorsaler und volarer Richtung in der Gegend des Handgelenkes. Auf den Versuch, Sonderbewegungen in den zahlreichen Einzelgelenken der Handwurzel zu erzielen, kann man sich selbstverständlich nicht einlassen. Als neue Gelenklinie bildet man eine Lücke zwischen dem distalen Ende der Unterarmknochen und dem Rest der Handwurzelknochen.

Blutleere ist aus den beim Ellenbogengelenk auseinandergesetzten Gründen zu widerraten. Örtliche Schmerzbetäubung ist in Form der Plexusanästhesie und der Querschnittinfiltration anwendbar.

Die zur Resektion des Handgelenkes Verwendung findenden Schnitte können auch zur Mobilisierung benutzt werden. Der Langenbecksche dorsoadiale Schnitt gibt die beste Übersicht. Doch muß er mindestens 10 cm lang angelegt werden. Befriedigt trotzdem die durch ihn geschaffene Zugänglichkeit nicht, so kann ein dorsoulnarer Schnitt nach KOCHER hinzugefügt werden. Der weitere



Abb. 653. Derselbe Fall wie Abb. 652.

(Aus Bruns Beiträge Bd. 108, Arb. Schepelmann.)

Gang der Operation entspricht zunächst dem Vorgehen bei der Resektion. Die Sehnen werden aus ihren Scheiden ausgelöst und nach beiden Seiten vom Rücken und von der Seite des Handgelenkes abgezogen. Vom Dorsum aus wird die proximale Handgelenklinie eröffnet und durch Herausluxieren und Fortkneifen einzelner der proximalen Reihe angehöriger Knochen eine etwa 1—2 cm breite Lücke zwischen den Unterarmknochen und dem Rest der Handwurzelknochen geschaffen. Ist der Knorpelüberzug der Unterarmknochen nicht tadellos, so wird er mitsamt dem Discus articularis entfernt, womit eine Eröffnung des benachbarten Radioulnargelenkes verbunden ist. Die Form der neugebildeten Gelenkflächen ist an den Unterarmknochen leicht konkav, an dem Rest der Handwurzelknochen entsprechend leicht konvex. Handelt es sich um eine Synostose, so wird die entsprechende Lücke mit Meißel und Luerscher Zange gebildet.

Wenn das benachbarte Radioulnargelenk versteift ist, so wird es eröffnet und unter Entfernung eines entsprechenden seitlichen Stückes des Radius eine am Radius konkave, an der Ulna konvexe 1 cm breite Lücke zwischen beiden Knochen hergestellt.

Bei erhaltener guter Funktion der langen Fingerstrecksehnen lassen sich gewichtige Bedenken gegen ein Verfahren nicht unterdrücken, das diese Sehnen lediglich als Voroperation zur Freilegung des eigentlichen Operationsgebietes in so weitgehender Weise entblößt, aus ihrem gesunden Lager temporär entfernt und hierdurch der Gefahr der funktionellen Schädigung aussetzt. Auf diese Überlegung gründen die Bestrebungen ihre Berechtigung, die unter Zurücksetzung der breiten Übersichtlichkeit die Bildung des neuen Gelenkspaltes von zwei seitlichen Schnitten aus erstreben. (SCHEPELMANN.) Der Schnitt verläuft drei Querfinger breit proximal am Handgelenk beginnend auf der äußeren dorsalen Kante der Ulna und geht bis in die Basis des Metakarpale V. Der radiale, in gleicher Höhe beginnende Schnitt, den SCHEPELMANN über die Sehnen der Tabatière führt, verläuft entlang der äußeren Kante des Radius und geht bis an die Basis des Metakarpale I. Indem man sich stets möglichst dicht am Periost der Knochen hält, dringt man unter starkem Emporheben der jeweilig abzupräparierenden Weichteile abwechselnd von den beiden Schnitten sowohl dorsal wie volar vor. Sind die Weichteile so weit abgelöst, daß sie sich mit Hilfe untergeschobener Langenbeckscher Haken genügend abheben und schützen lassen, meißelt man an der oben bereits bezeichneten Stelle, in beschriebener Form und Ausdehnung einen Spalt aus Unterarmknochen und Handwurzelknochen heraus. Schwielen und Periostteile werden nachträglich möglichst gründlich exstirpiert.

Dem Einschlagen gestielter Lappen an dem nur bei fettreichen Kranken genügend entwickelten subkutanen Fettgewebe oder aus den benachbarten Muskelbäuchen (M. ext. digit. commun.), dem Durchleiten einer von ihrem Ansatz abgetrennten Sehne dürfte heute die freie Gewebsinterposition vorzuziehen sein. Ist das Radio-Ulnar-Gelenk neugebildet, so ist für die Festlegung des Schaltmaterials auch an dieser Stelle zu sorgen.

Wird die Arthrolυση bei einem lange Zeit in starker Volarbeugestellung fixierten Handgelenk vorgenommen, bei dem eine starke Überdehnung der Streckmuskeln stattgefunden hat, so ist die Raffung der Strecksehnen in Betracht zu ziehen. Nach an anderen Muskeln gesammelten Erfahrungen ist allerdings die Retraktionsfähigkeit der Muskulatur auch ohne Sehnenraffungen genügend groß.

Der Eingriff wird durch sorgfältige Anlegung von subkutanen und Hautnähten beendet. Eine Drainage dürfte sich in der Regel erübrigen.

Der ruhigstellende Verband erfolgt entweder auf einer Schiene oder als Extensionsverband mit Hilfe auf die mastisolbestrichenen Finger gezogener Trikotschläuche, die einzeln nach einem, an einer Armschiene befestigten, in Lyraform gebogenem Bandeisen geleitet werden. Das Handgelenk wird dabei in leichte Dorsalbeugestellung gebracht, um bei einem Mißerfolg der Mobilisierung die für den späteren Gebrauch günstigste Stellung zu erhalten.

#### e) Die operative Mobilisierung der Fingergelenke.

Bei der schlanken Gestalt der Finger liegen die Gelenke in so unmittelbarer Nachbarschaft der Sehnen, des Subkutangewebes und der Haut, daß eine Versteifung eines Fingergelenkes für sich allein ohne stärkere Beteiligung eines oder einzelner dieser für die freie Beweglichkeit der Finger bedeutungsvollen Gebilde relativ selten ist. Das gilt namentlich für die durch Kriegsverletzungen bedingten Kontrakturen, wo das die Verletzung herbeiführende Projektil oder die nachfolgende Infektion fast stets mehrere der genannten Gewebe in Mitleidenschaft zieht. Eine Gelenkmobilisierung hat natürlich nur dann einen Sinn, wenn die übrigen, die Beweglichkeit störenden Veränderungen, sei es durch eine Voroperation oder durch einen mit der Arthro-

lyse zeitlich zusammenfallenden Eingriff so weit korrigierbar sind, daß sie ihrerseits die Beweglichkeit des Gelenkes nicht verhindern.

Hinsichtlich der Funktionsbewertung nimmt der Daumen unter den Fingern insofern eine Sonderstellung ein, als er in seiner Eigenschaft als Opponens gleich der Summe der übrigen vier Finger zu achten ist. Während also die Versteifung des 2., 3., 4. oder 5. Fingers nicht so gebieterisch Abhilfe fordert oder die Exartikulation mit der Mobilisierung relativ oft in Konkurrenz tritt, ist die Verbesserung der Beweglichkeit des versteiften Daumens von entscheidender Bedeutung für die Brauchbarkeit der Hand. Hierdurch rechtfertigt sich jeder auch nur einigermaßen erfolgversprechende Eingriff. Mißlingt die Mobilisierung, so wird man in den meisten Fällen aus der Operation noch den Nutzen der Stellungsverbesserung des versteiften Gliedes ziehen.

Das zu mobilisierende Gelenk wird unter Vermeidung einer Verletzung des Beuge- oder Streckapparates durch einen längsgerichteten Seitenschnitt eröffnet. Reicht wegen besonders schwieriger anatomischer Verhältnisse ein Schnitt nicht aus, so kann ein zweiter Schnitt auf der anderen Seite hinzugefügt werden. Die Anlage eines Seitenschnittes ist allein bei dem Metakarpo-Phalangeal-Gelenk des 3. und 4. Fingers nicht möglich. Hier wird das Gelenk von einem den Gleitapparat der Strecksehne umgehenden Längsschnitt auf der Dorsalseite angegangen.

Unter Beiseiteziehen des periartikulären Gewebes und unter möglichster Schonung des Gleitapparates der dorsalen und volaren Sehnen werden die Gelenkkapsel und die Gelenkkörper freigelegt und zirkulär umgangen.

Stößt man hierbei auf erhebliche Schwierigkeiten, so wird das Gelenk alsbald eröffnet. Von den Gelenkkörpern wird beiderseits mit der Hohlmeißelzange oder mit einer geraden spitzen Knochenschneidezange so viel entfernt, daß eine etwa 1 cm breite Lücke entsteht. In ihrem Bereich werden etwa zurückgebliebene Kapsel-, Periost- und Narbenteile sorgfältig entfernt. Dem proximalen Knochenende wird eine leicht konvexe, dem distalen Knochenende eine entsprechende konkave Form

gegeben, wobei bei den Metakarpo-Phalangeal-Gelenken eine allseitige Krümmung, bei den Interphalangealgelenken eine Krümmung lediglich in dorso-volarer Richtung ausgebildet wird.

Als Implantationsmaterial wird von PAYR ein proximal gestielter, aus der Beugesehnenscheide geschnittener Lappen genommen, der über den proximalen Gelenkkörper dorsalwärts geschlagen wird (Abb. 654 u. 655). In den Fällen, in denen die Scheide der Beugesehnen geschont werden konnte, setzt die zur Verwirklichung dieses Vorschlages erforderliche Eröffnung der Sehnenscheide, die breite Defektbildung in ihrer Wand und die Herstellung einer Kommunikation zwischen ihr und dem Gelenk die sehr empfindlichen Beugesehnen der Gefahr einer Funktionsbeeinträchtigung aus. Es ist daher die freie Gewebstransplantation in Form von Faszie oder Fett anzuraten.

Als ruhigstellender Verband findet am besten ein Extensionsverband Verwendung, der entweder mit Hilfe eines engen auf den Finger geklebten Trikotschläuches oder mit Hilfe eines feinen Drahtes angelegt wird, der nach Vorbohrung mit einem feinen Drillbohrer in dorso-ventraler Richtung durch die Endphalanx im Bereich des Nagels gelegt wird (Abb. 631).

Ob die Arthrose eines Fingergelenkes das in der Literatur immer wieder heißbezeichnete Ziel jemals erreicht hat oder erreichen wird, einem Musiker die virtuose Meisterung der Geige, des Klaviers oder der Flöte wieder zu ermöglichen, ihn im besonderen instand zu setzen, auch für den Kenner einwandfreie Passagen und Triller



Abb. 654.



Abb. 655.

Abb. 654 u. 655. Interposition eines gestielten Sehnenscheidenlappens zwischen die Gelenkkörper eines mobilisierten Fingergelenkes nach PAYR.

(Aus Bier-Braun-Kümmell, Chirurg. Operationslehre, 3. Aufl., Bd. 5.)



unter Mitbenützung des operierten Fingers hervorzuzaubern, ist mehr als fraglich. Daß sie aber versteiften Fingern eine begrenzte Beweglichkeit wiedergeben kann, ist sicher. Und das ist bei der wichtigen Rolle, die die Hand nicht nur im Leben des „Handarbeiters“, sondern auch jedes anderen Menschen spielt, ein nicht zu unterschätzender Gewinn.

### **2) Die operative Mobilisierung des Hüftgelenkes.**

Die operative Mobilisierung des Hüftgelenkes nimmt aus zwei Gründen eine gewisse Sonderstellung unter den Arthrolysen ein.

Die erste Eigentümlichkeit liegt in der relativen Schwere und Schwierigkeit des Eingriffes und der Größe und Vielbuchtigkeit der Wunde, was durch die Mächtigkeit der das Hüftgelenk deckenden Weichteile bedingt ist.

Die zur Freilegung des Gelenkes empfohlenen Schnitte entsprechen den zur Resektion ausgebildeten Wegen. Ich habe mich in drei Fällen unter Erzielung guten Zuganges und guten funktionellem Enderfolge des alten Langenbeckschen, mitten über den Trochanter geführten Schnittes bedient. Es liegt aber auf der Hand, daß man auch mit den anderen gebräuchlichen Schnitten, z. B. mit dem Kocherschen, den Trochanter in einen nach hinten offenen Bogen umziehenden Schnitt oder mit dem Schnitt von LÜCKE und SCHEDE, der unterhalb der Spina iliaca ant. sup. zwischen M. satorius und rectus femoris einerseits und M. ileopsoas andererseits von vorne auf das Hüftgelenk eindringt, gleich gute Resultate erzielen kann. PAYR empfiehlt den Ollier-Mikuliczschen Längsschnitt und klappt den abgemeißelten Trochanter temporär in die Höhe.

Die zweite Besonderheit liegt bei der Mobilisation des Hüftgelenkes darin, daß die Flächen der beiden Gelenkkörper, die beim Stehen die Last des Körpers tragen, nicht senkrecht über der Mitte der Achse der zugehörigen Knochen stehen, sondern seitlich verlagert und schräg gerichtet sind. Sie werden daher beim Tragen des Körpergewichtes nicht in Richtung des Oberschenkelschaftes gegeneinander gepreßt, sondern die Gelenkkörper haben das Bestreben, seitlich aneinander vorbeizugleiten. Diesem Bestreben wirkt beim normalen Gelenk erfolgreich entgegen die Tiefe des oberen Pfannengewölbes und die Festigkeit der den Kopf am Herausgleiten aus der Pfanne verhindernden Kapsel- und Bänderverbindungen. Sobald bei der blutigen Mobilisierung die Gelenkkapsel und die Bänder durchschnitten oder exstirpiert werden, sobald das Pfannendach verkürzt, der Schenkelkopf und Schenkelhals verkleinert oder beseitigt und eine Lücke zwischen den neuen Gelenkkörpern künstlich geschaffen und durch Interposition oder Extension aufrechterhalten wird, entsteht die Gefahr, daß das obere Ende des Femur am Becken keinen Halt mehr findet, sondern bei Belastung an ihm vorbeigleitet. LEXER rät in solchen Fällen, den oberen Pfannenrand durch Annageln eines frei transplantierten Knochenstückes zu verbreitern.

Im Hinblick auf diese Gefahr hat man empfohlen, zur Herstellung einer neuen Beweglichkeit in der Hüfte das Hüftgelenk selbst in Ruhe zu lassen und die Gelenkbildung in Form einer Pseudarthrose in den Bereich des obersten Schaftteiles zu verlegen. Die senkrecht zur Oberschenkelschaftachse gebildeten Gelenkflächen werden alsdann bei der Belastung im Stehen direkt gegeneinander gepreßt. Ein derartiges Vorgehen kann jedoch nur dann in Frage gezogen werden, wenn das Hüftgelenk selbst vollkommen knöchern versteift ist.

In diesen Fällen wird dicht unterhalb des Schenkelhalsansatzes eine etwa 2 cm breite knöcherne Periostscheibe aus der Kontinuität herausgenommen, dem oberen Knochenende nach Möglichkeit die Gestalt einer Pfanne, dem unteren die einer Halbkugel gegeben oder gibt den Gelenkenden die Form von Sattelgelenkkörpern.

Wird das Gelenk selbst in Angriff genommen, was bei nicht knöcherner Ankylosierung stets notwendig ist, so wird das Gelenk bei bindegewebiger Ankylose luxiert, der Kopf oder auch der Hals abgesägt und die Pfanne ausgeräumt. Hierbei bemüht man sich, das Pfannendach möglichst breit zu gestalten, um dem später durch Abduktion in die Pfanne hineingestellten halbkugelförmig gestalteten Schaftende ein festes Widerlager zu geben.

Bei knöcherner Ankylose muß aus der Becken und Oberschenkel verbindenden oft gewaltigen Kallusmasse ein neues Gelenk mit großen Meißeln herausgeschlagen werden. PAYR benutzt hierzu 4—6 große Meißel gleichzeitig, die von dem Pfannenrande aus in die Tiefe dringen. Auch hierbei wendet man der möglichen Vertiefung des Pfannendaches seine besondere Aufmerksamkeit zu (Abb. 665).

Periost-, Band- und Kapselreste werden sorgfältig mit Schere und Pinzette entfernt. Zur Interposition findet entweder ein der Nachbarschaft gestielt entnommener Muskellappen, Fascia-lata-Lappen oder Fettlappen oder ein frei transplanterter Faszi- oder Fettlappen Verwendung.

Die Gestaltung des Oberschenkelschaftes zu einer glatten, widerstandsfähigen Gelenkfläche macht meist Schwierigkeiten, da bei den atrophischen Knochen der Kompaktaring und die Spongiosabalken äußerst dürrig sind; zudem blutet es häufig in unbequemer Weise aus dem Markraume. Zur Abstellung dieses Mißstandes hat sich mir die Bolzung des Markraumes durch den sinn- gemäß gestalteten Schenkelhals als freies Transplantat gut bewährt.

Die Nachbehandlung erfordert in den ersten Wochen eine starke Extension von 10—30 Pfund. Deswegen ist die Anlegung einer Nagel- oder Drahtextension im Bereiche des Knies oder der Hacke anzuraten. Die Extension erfolgt anfangs in starker Abduktionsstellung, um den neuen Kopf in die neue Pfanne zu drängen. Nach 14 Tagen kann man mit Bewegungsübungen in der Extension beginnen, wobei man auf die Erzielung einer reichlich bemessenen Flexion am meisten Wert legt.

Da bei sonst gesunden Gelenken schon geringe Grade der Flexionsmöglichkeit ein flottes Gehen gestatten, so sind die Erfolge der Operation zumeist für Arzt und Kranken befriedigend. Über ein störendes Abgleiten des Kopfes vom Becken hatte ich nie zu klagen, so daß für mich die Mobilisierung im Hüftgelenk mit zu den aussichtsreichsten Nearthrosenoperationen gehört.

#### n) Die operative Mobilisierung des Kniegelenkes.

Beim Kniegelenk ist die Forderung einer weitgehenden Übersicht und Zugänglichkeit ohne beträchtliche Schädigung funktionswichtiger Gebilde, das ist des Streckapparates, besonders schwer zu erfüllen. Die für die Inangriffnahme des Gelenkes empfohlenen Schnitte tragen bald mehr der Übersichtlichkeit, bald mehr der Schonung Rechnung.

Der einfache, den Streckverband schonende Kochersche laterale Bogenschnitt genügt in der Regel nicht. Man muß ihn durch Abmeißelung der Tuberositas tibiae erweitern, wobei, wenn man sie im Zusammenhange mit dem Periost der Tibiae beläßt, die Kontinuität des Streckapparates einigermaßen gewahrt werden mag. Handelt es sich um eine knöcherne Ankylose mit knöcherner Verschmelzung der Patella, mit starker Schrumpfung des muskulären Streckapparates, so nimmt PAYR das Gelenk von zwei seitlichen über die Mitte der Kondylen nach hinten konkav geführten

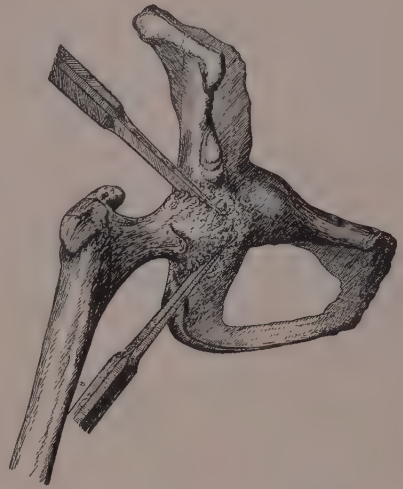


Abb. 656. Trennung des Kopfes vom Becken bei knöcherner Hüftgelenks- ankylose.

(Aus Bruns Beiträge Bd. 108, Arb. Schepelmann.)

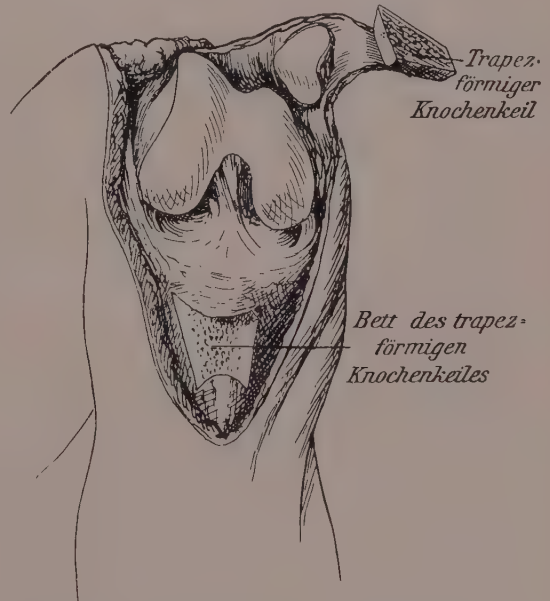


Abb. 657. Falzbildung zur schonenden Eröffnung des Kniegelenkes nach KIRSCHNER.

(Aus Bruns Beiträge Bd. 71.)

Schnitten in Angriff. Dagegen empfiehlt er für die fibrösen Ankylosen seinen medialen S-Schnitt, der die Patella an der Innenseite von der Tuberositas tibiae bis Handbreit oberhalb der Patella S-förmig umzieht, den Vastus med. von der gemeinsamen Strecksehne abtrennt und von dieser Stelle aus unter Spaltung des Recessus suprapatellaris und der Gelenkkapsel das Gelenk in möglicher Ausdehnung

des Hautschnittes eröffnet, worauf sich die Kniescheibe mit dem lateralen Streckapparat nach außen luxieren läßt und sich bei spitzwinkliger Beugung ein freier Einblick in das Gelenk eröffnet. SCHMERZ fand bei Verkürzung des Streckapparates diesen Schnitt nicht übersichtlich genug. Will man nicht mit dem Textorschen Bogenschnitt die Quadrizepssehne in rücksichtsloser Weise quer durchtrennen, was nach Ausführung des Eingriffes erstens eine sorgfältige Naht und zweitens die Bildung einer künstlichen Sehne verlangt, so bleibt als übersichtlichste Methode noch die Aufklappung nach KIRSCHNER unter Bildung eines den Ansatz des Lig. patellae enthaltenden Falzes aus der Tuberositas tibiae (Abb. 657). Mir und mehreren anderen Operateuren (wie SCHMERZ, HÖRHAMMER u. a.) hat sich die Methode stets besteris bewährt. Beanstandungen, wie frühzeitige Lockerung oder Ausbrechen des Falzes, beruhen auf Fehlern der Technik, die zustande

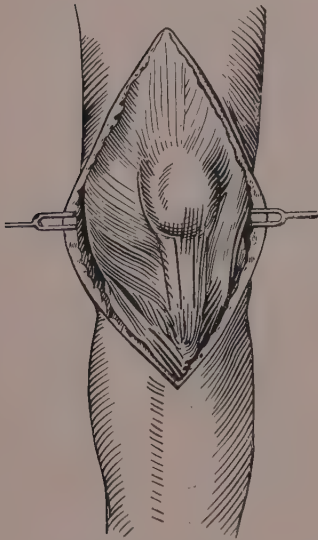


Abb. 658.

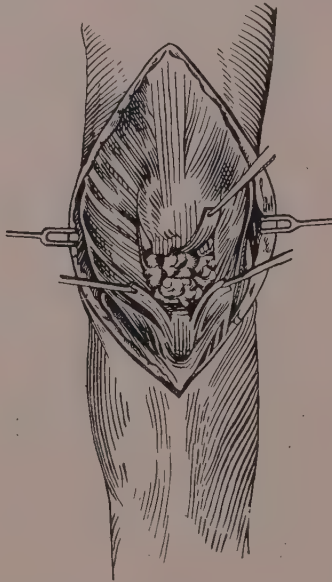


Abb. 659.

Abb. 658 u. 659. Fiederförmige Durchtrennung des Kniescheibenbandes zur schonenden Eröffnung des Kniegelenkes nach SCHMERZ.

(Aus Zbl. f. Chir. 1916.)

kommen, wenn man sich nicht genau an meine Vorschriften unter Benutzung der zweiseitigen Säge hält; im besonderen kann ich mich mit der Behauptung einer vorzeitigen Resorption des Knochenfalzes infolge ungenügender Gefäßversorgung nicht abfinden, da bekanntlich selbst bei völlig frei transplantierten Knochen ein derartig schneller, die Festigkeit störender Schwund erfahrungsgemäß nicht eintritt. SCHMERZ eröffnet das Kniegelenk durch einen Querschnitt, wobei er das Lig. patellae propr. zwecks späterer solider Nahtvereinigung fingerförmig zerlegt (Abb. 658 u. 659).



Abb. 660. Durchschnitt durch das untere Ende des Oberschenkels bei Mobilisation des Kniegelenkes.

Die punktierte Linie bezeichnet die Sägerichtung, durch die die hintere Ausladung der Oberschenkelkondylen in Wegfall kommt.

Je nach der Art des gewählten Schnittes versucht man bei fibröser Ankylose an entsprechender Stelle in das Gelenk einzudringen und die Verbindungen zwischen den Ober- und Unterschenkelkondylen teils scharf, teils unter sanft-gewaltsamer Beugung zu trennen. Den Beugeversuchen setzt oft die an den Oberschenkelkondylen festgewachsene Kniescheibe starken Widerstand entgegen. Ihre Befreiung durch Messer oder Meißel ist alsdann vorauszuschicken. Erst nach weitgehender Entblößung der Oberschenkelkondylen und allseitiger Darstellung der Tibiagelenkfläche, wozu die vollständige Durchtrennung der Lig. cruciata und lateralia unerlässlich ist, kann die Freilegung der Gelenkkörper als beendet angesehen werden.

Da die Erhaltung kleiner gesunder Knorpelabschnitte oder der Menisken im allgemeinen nicht angeraten werden kann, so wird die Bildung der neuen Gelenkflächen ohne Rücksicht auf diese Gebilde durch schalenförmige Absägung der Femur- und Tibiagelenkfläche mit der Bogensäge mit schmalen Blättern vorgenommen. Dabei wird, um die für die Standfestigkeit wichtige Breite der Gelenkflächen möglichst wenig zu beeinträchtigen, von der Tibia eine möglichst dünne Scheibe abgetragen, während der zwischen den beiden Gelenkkörpern notwendige Zwischenraum von 1,5–2,5 cm durch ausgiebige Absägung des Femur hergestellt wird. Bei der Formung wird die natürliche Form der Gelenkkörper in großen Umrissen nachgeahmt, indem die Tibia leicht konkav, der Oberschenkel konvex abgesägt wird. Jedoch wird dem Oberschenkel-



ende in bewußtem Gegensatz zu der natürlichen Gestalt unter Beseitigung der hinteren Kondylenausladung eine in seitlicher Ansicht symmetrische Gestalt mit kleinerem Krümmungsradius als bei der Tibia gegeben (Abb. 660). Hierdurch sucht man der von den hinteren Kondylenteilen des öfteren ausgehenden Bewegungshemmung vorzubeugen.

Es ist ratsam, sich mit dieser plumpen Gestaltung der Gelenkkörper nicht zu begnügen, sondern unter engerer Nachahmung der natürlichen Formen mit scharfem Löffel, Hohlmeißel und Hohlmeißelzange auf der Gelenkfläche der Tibia unter Bildung einer Eminentia intercondyloidea zwei sanfte Gruben und am Oberschenkel eine mittlere Grube als Fossa intercondyloidea herauszuarbeiten, die an der Vorderseite in eine für die Patella und die Quadrizepssehne bestimmte Gleitrinne ausläuft (Abb. 661).

Auch die Gelenkseite der Patella wird abgesägt und geglättet. Hierauf folgt die gründliche Exstirpation der Kapsel und etwa zurückgelassener Periostteile, wasso weit getrieben wird, bis in der Kniekehle die Gastroknemiusköpfe sichtbar werden.

Bei knöcherner Ankylose wird nach am besten mit der Drahtsäge vorgenommener bogenförmiger querer Durchsägung in der Gegend des früheren Gelenkspaltes mit schmaler Bogensäge die weitere Formung der Gelenkkörper in analoger Weise ausgeführt (Abb. 662).

Wegen der Nähe der Fascia lata wird zur Interposition gern ein gestielter Faszienlappen mit oder ohne Fettauflagerung verwendet, der durch einen besonderen Längsschnitt am Oberschenkel gewonnen, unter einer Hautbrücke an schmalen Stiel in das Gelenk geführt und hier so ausgebreitet wird, daß er zwischen Tibia, Femur und Kniescheibe zu liegen kommt. Er wird in dieser Lage durch Katgutknopfnähte an den Resten des Kapselapparates und des Periostes sicher befestigt. Bei der Länge des Lappens und der Schmalheit seines Stieles steht ein frei transplantierte Faszien-Fettlappen kaum unter ungünstigeren Ernährungsbedingungen. Ich bevorzuge ihn daher stets, zumal da er sich in Form einer Kappe auf dem kolbigen Oberschenkelende besser befestigen und unter die Patella verlagern läßt. KLAPP bedient sich ebenfalls eines frei transplantierten sehr großen Faszienlappens, der — nach Maß geschnitten — von der Vorderfläche des Femurgelenkendes in der Höhe der Patella über die Femurgelenkfläche, über die hintere Gelenkkapselaußstülpung und von da über die Tibiagelenkfläche nach vorn reicht. LEXER füllt den neugebildeten Gelenkraum mit Fett aus (Abb. 663).

Durch sorgfältige, das durchtrennte Lig. patellae propr. besonders berücksichtigende Naht der fibrösen Gelenkkapsel und durch Subkutan- und Hautnaht wird das Operationsgebiet geschlossen, wobei im Hinblick auf die Größe und Vielbuchtigkeit der Gelenkhöhle an den seitlichen tiefsten Punkten die Einlegung zweier kurzer Dräns zu empfehlen ist. Hat man aus der Tuberositas tibiae einen an dem Lig. patellae haftenden Falz gebildet, so wird das Gelenk durch sein Einschieben wieder verriegelt. Eine das Falzstück schwächende Nagelung halte ich bei richtiger Technik für völlig überflüssig. Es muß vielmehr wie angegossen sitzen und sich mit einigen Periostnähten sicher gegen jedes seitliche Verschieben schützen lassen.



Abb. 661. Rinnenbildung für die Kniescheibe und die Quadrizepssehne.

(Aus D. Zeitschr. f. Chir., Bd. 129, Arb. Payr.)

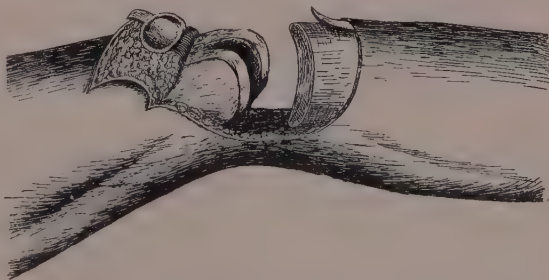


Abb. 662. Herrichtung der Gelenkenden.

(Aus Bruns Beiträge Bd. 108, Arb. Schepelmann.)

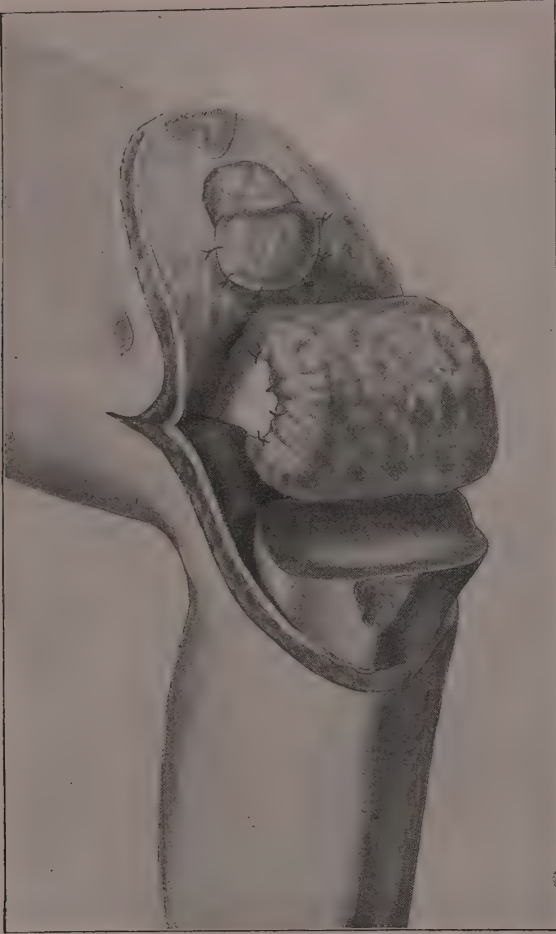


Abb. 663.

Fettimplantation in ein Kniegelenk nach LEXER.  
(Aus Lexer, Neue deutsche Chir., Bd. 260, I. Teil.)

der aktiven Bewegungsfähigkeit das Resultat zu einem glänzenden. Daneben gibt es aber, abgesehen von den Unglücksfällen infolge von Aufflackern und Neueintreten einer Infektion, Mobilisierte, die der alten schmerzlosen Standfestigkeit des in Streck-

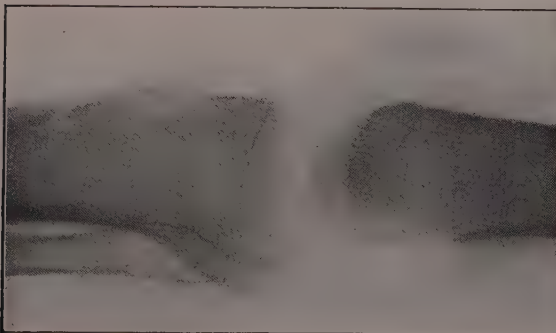


Abb. 664.

Kniemobilisierung nach eitriger Gelenkentzündung.  
Aufklappung des Kniegelenkes mit Bildung eines Knochenfalzes  
nach Kirschner. Kappenförmige freie Faszientransplantation  
1 Monat nach der Operation. Endgültiges Resultat: Aktive Beugung  
bis zu einem Rechten. (Eigene Beobachtung.)

Durch eine Extension mittels Drahtschlinge oder Nagel im Bereich des Kalkaneus wird für Ruhigstellung und Distraction gesorgt, wobei ein untergeschobenes Kissen dem Knie eine leichte Beugstellung gibt. Die Gewichtsbelastung wird je nach subjektiver Erträglichkeit und Retraktionskraft der Muskulatur (Röntgenkontrolle der Spaltbreite!) schnell bis zu 10 kg und mehr gesteigert. PAYR legt den Extensionsverband erst nach 48 Stunden an. Er läßt die Kniescheibe nach Möglichkeit aus dem Verband herausragen, damit sie frühzeitig manuell bewegt werden kann.

BIER fixiert das Kniegelenk primär in Beugstellung.

Die funktionellen Erfolge der Kniemobilisierung sind nicht allein von dem Grade der erzielten Beweglichkeit, sondern im hohen Maße auch abhängig von der Möglichkeit vollständiger Streckung, von der Standfestigkeit des Beines, von dem Ausbleiben seitlicher Wackelbewegungen und der Schmerzlosigkeit bei Bewegung und Belastung. Diese Bedingungen werden zweifellos in einem großen Teil der mobilisierten Fälle erfüllt, und da auch geringe Grade von aktiver Beweglichkeit ein flottes Gehen auf ebener Erde gestatten, so sind viele Kranke mit dem erzielten Erfolge durchaus zufrieden (Abb. 664—671). Gelegentlich machen größere Winkelgrade

#### 9) Die operative Mobilisierung des oberen Sprunggelenkes.

Nur die Versteifungen im oberen Sprunggelenk, die die Unmöglichkeit der Fußabwicklung beim Gehen bedingen, machen, zumal dann, wenn sie nicht in Mittelstellung erfolgt sind, so erhebliche Beschwerden, daß ihre operative Beseitigung angezeigt erscheint. MÜLLER warnt vor kritikloser Mobilisierung des Sprunggelenkes und will sie, wenn sonstige Gegenanzeigen



Abb. 665. Mobilisierung des Kniegelenkes mit Fettfaszien-Interposition, kurze Zeit nach der Operation.

(Aus D. Zeitschr. f. Chir., Bd. 136, Arb. Appel.)



Abb. 666. Derselbe Fall wie Abb. 665, nach längerem Gebrauch des Gelenkes.

Man sieht den durch Abschleifen der Gelenkenden entstandenen Unterschied.

(Aus D. Zeitschr. f. Chir., Bd. 136, Arb. Appel.)



Abb. 667.



Abb. 668.

Abb. 667 u. 668. Operativ mobilisiertes Kniegelenk, 8 Wochen nach der Operation, breiter Gelenkspalt.

(Aus Bruns Beiträge Bd. 108, Arb. Schepelmann.)



nicht vorliegen, nur bei für den Gebrauch ungünstiger Stellung vornehmen, KLAPP nur dann, wenn andere Gelenke desselben Beines versteift sind, da andernfalls die übrigen Gelenke vikariierend eintreten.

Der Zugang zum Gelenk wird entweder durch die Langenbeckschen beidseitigen Längsschnitte, durch den den äußeren Knöchel hinten umziehenden Kocherschen Schnitt oder durch den dorsalen



Abb. 669.



Abb. 670.

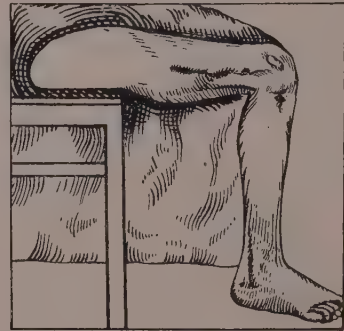


Abb. 671.

Abb. 669—671. Derselbe Fall wie Abb. 668.

(Aus Bruns Beiträge Bd. 108, Arb. Schepelmann.)

Lappenschnitt „mit erträglichen Opfern“ (PAYR) hergestellt. Durch Säge, Meißel und Luersche Zange bewirkt man eine Trennung zwischen den Knochen des Unterschenkels und dem Talus und bildet einen Spalt von etwa 2 cm Breite, wobei der Oberfläche des Sprungbeines die Gestalt einer quergestellten Rolle und der Gelenkfläche der Tibia die entsprechende Hohlzylinderform gegeben

wird. Hierbei ist es, um eine die Gelenkbewegung störende Erniedrigung der Talusrolle zu vermeiden, geboten, die wegfallenden Knochenteile mehr der Tibia als dem Talus zu entnehmen (Abb. 672). REICH schlägt im Hinblick auf diese Gefahr sogar vor, die Form der Artikulationsflächen an beiden Knochen zu vertauschen, indem der Tibia eine konvexe Gelenkfläche mit kleinem Radius, dem Talus eine konkave Gelenkfläche mit größerem Radius gegeben wird. Nach gründlicher Exstirpation der Periost- und Kapselreste, wobei die Lig. lateralia in geeigneten Fällen zu schonen sind, wird zur Interposition entweder ein dem Triceps surae entnommener gestielter Sehnenmuskellappen, ein Stück der Fascia lata oder ein Stück Fett frei verwendet. Es folgt sorgfältige Hautnaht.



Abb. 672.

Mobilisierung des oberen Sprunggelenkes nach REICH.

(Aus Zbl. f. Chir. 1919, Arb. Reich.)

Am zweckmäßigsten ist ein um den Kalkaneus geführter Drahtschlingenextensionsverband. Die Gewichtsschnur wird entweder am Draht direkt befestigt oder nach dem Vorschlage von ANSINN als Hebeextension an einer Schnur, die die beiden Enden eines den Fuß nach hinten um Fußlänge überragenden Brettes verbindet. Die Mitte des

Brettes wird am Fuß durch den Kalkaneusdraht, seine obere Hälfte durch Bindeneinwicklung befestigt. Die untere Hälfte ragt frei über den Fuß heraus. Der Fuß kann in der Regel bereits nach wenigen Tagen im Zugverband bewegt werden.

Da schon ein geringer Grad von Beweglichkeit im Sprunggelenk einen befriedigenden Gang gestattet, so sind die mit der Mobilisation erzielten Erfolge zumeist befriedigend.

#### D. Die operative Behandlung der neurogenen Kontrakturen.

Die im Kriege entstandenen neurogenen Kontrakturen beruhen zumeist auf Schädigungen der peripheren Nerven, seltener auf Schädigungen des Rückenmarkes oder des Gehirnes. Die Beeinträchtigung der Nervensubstanz ist in der Regel durch Schußverletzung herbeigeführt. Die durch Störungen des Nervensystems bedingten Kontrakturen des Krieges werden nach den uns aus der Friedenspraxis bekannten Prinzipien behandelt.

Bei auf Gehirn- oder Rückenmarksverletzung beruhenden hochgradigen spastischen Kontrakturen tritt die Förstersche oder die Stoffelsche Operation in ihre Rechte.

Durch die Verletzungen der peripheren Nerven können die verschiedensten Arten von Bewegungsstörungen hervorgerufen werden: Kontrakturen durch schmerzhafte Affektion eines Nerven (sensibles Neurom, FÖRSTER; Narbenumschnürung, neurogene Schonungskontraktur, LEHMANN; reflektorische Reizkontraktur), Reizung der motorischen Fasern, Unterbrechung der motorischen Fasern.

Die meisten der sich an Nervenverletzungen anschließenden Krankheitszustände sind schlaffe Lähmungen. Über die Form und über die Diagnose der einzelnen hierbei zustande kommenden Lähmungsbilder hat uns ERLACHER eine schätzenswerte Arbeit geliefert. Die Lähmungen werden zunächst durch operative Eingriffe am Nerven selbst behandelt, worüber an anderer Stelle berichtet wird.

Wenn jedoch wiederherstellende Nervenoperationen erfolglos oder unmöglich sind, so stehen uns plastische Sehnenoperationen zur Verfügung, wie sie uns namentlich von Behandlung der spinalen Kinderlähmung geläufig sind.

Auch bei den Kriegslähmungen gilt als selbstverständliche Voraussetzung einer Sehnentransplantation, daß zuvor etwa sekundär eingetretene Kontrakturen der muskulären Antagonisten oder der Gelenke beseitigt sind, und die Extremität ohne Schwierigkeit in die Korrekturstellung gebracht werden kann.

Während die spinale Kinderlähmung zumeist die untere Extremität betrifft, tritt bei den Kriegsschäden die Lähmung der die Hand versorgenden Muskeln in den Vordergrund. Vor allem ist es die Radialislähmung, deren Therapie eine eingehende Bearbeitung gefunden hat und weit über den Stand vor Kriegsbeginn gefördert wurde.

Die Behandlung der Radialislähmung lediglich durch eine einfache Tenodese, wie sie EGLOFF und SUDECK empfohlen, muß als unzureichend abgelehnt werden. Dieser Eingriff kann heute nur in Frage kommen entweder in Verbindung mit einer anderweitigen Sehnenplastik, wovon später die Rede sein wird, oder als Provisorium, um bis zum Eintritt des Erfolges einer zur Zeit noch nicht möglichen oder erst kürzlich ausgeführten Nervennaht wenigstens das unangenehmste Symptom der Radialislähmung, das Herabhängen der Hand, ohne Tragen einer Bandage vorübergehend zu beseitigen. Für diesen letzten Zweck erscheint das auf jeden Eingriff am Sehnenapparat verzichtende Vorgehen von ERNST MÜLLER und von ANSINN am geeignetsten, die der Fascia lata einen 4–6 cm breiten und 15–25 cm langen Streifen entnehmen und ihn auf der Streckseite der unteren Hälfte des Vorderarmes und des Handrückens unter dem Unterhautzellgewebe bei stark dorsal flektierter Hand an der Unterlage befestigen.

Während MÜLLER den Faszienstreifen lediglich aufstept, spaltet ihn ANSINN an seinen beiden Enden und vernäht die Zipfel zu einer Schlinge um den Metakarpus II einerseits und die Ulna andererseits. Nach der 3–4 Wochen später erfolgenden Abnahme des die Hand in dorsaler Streckstellung fixierenden Verbandes sinkt sie angeblich nur bis zur Streckstellung herab. In analoger Weise bildet STOFFEL eine „lebende Radialisschiene“.

Die Behandlung einer endgültig irreparablen Radialislähmung kann sich jedoch mit derartigen unvollkommenen Maßnahmen nicht zufrieden geben. Sie muß vielmehr die Kraft funktionsfähiger, dem Willen unterworfenen Muskeln auf die gelähmten Strecker übertragen. Aus der großen Zahl der Vorschläge und Versuche haben sich gewisse Normen herausgeschält, über die im großen und ganzen Einigkeit erzielt ist. So werden als Kraftspender, deren Ausfall an normaler

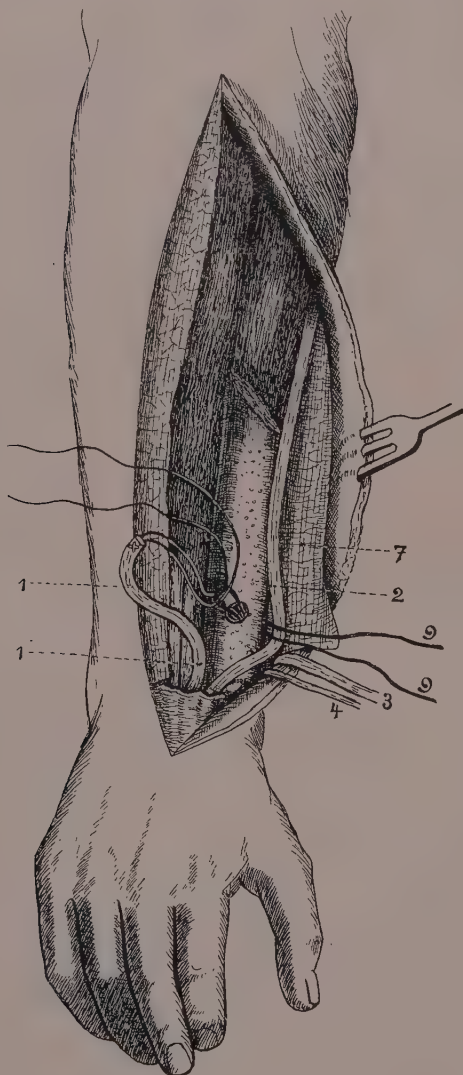


Abb. 673.

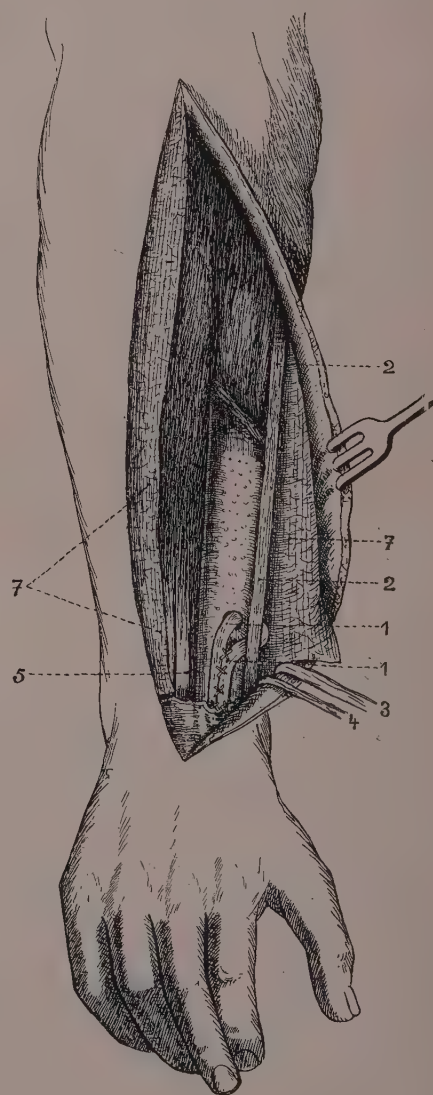


Abb. 674.

Abb. 673 u. 674. Sehnenoperation nach PERTHES bei Radialislähmung.  
(Aus Bruns Beiträge Bd. 113.)

Stelle verschmerzt werden kann, zumeist der Flexor carpi radialis und der Flex. carpi ulnaris benutzt. Ebenso ist man sich jetzt wohl allgemein darüber einig, daß die Sehnen der Kraftspender vollständig und nicht unter seitlicher Abspaltung verwendet werden, daß die Verbindung zwischen den Sehnen supravaginal hergestellt, und daß die Spender außen um Radius und Ulna herumgeführt und nicht durch das Spatium interosseum auf die Dorsalseite geleitet werden. Dagegen ist man sich nicht darüber einig, welche der gelähmten Streckmuskeln mit Kraftspendern



zu versorgen sind, wie die Kraftempfänger zu gruppieren sind, wie die Verbindung zwischen Spendern und Empfängern herzustellen ist, und ob zu der eigentlichen Sehnenplastik noch eine Tenodese des Handgelenkes hinzuzufügen ist.

Die weiteste Verbreitung hat die von PERTHES angegebene Operationsanordnung gefunden, deren Schilderung hier zunächst folgen soll:

1. Längsschnitt vom Os pisiforme 14 cm lang über die Sehne der Flex. carpi ulnar. Abtrennen der Sehne vom Os pisiforme, Präparation 10–12 cm aufwärts. Längsschnitt 14 cm lang über der Sehne der Flexor carpi rad. Abtrennen der Sehne dicht oberhalb des Canalis carpi, Präparation 13 cm aufwärts.

2. Längsschnitt in der Mitte des Vorderarmrückens am Handgelenk beginnend 14 cm nach aufwärts. 8 cm oberhalb des Handgelenkes wird sowohl auf der radialen wie auf der ulnaren Seite in proximaler Richtung bis in die volaren Wunden im subkutanen Fettgewebe ein Kanal für die Umleitung der präparierten Flexorensehnen gebohrt. Die in der Richtung des Hautschnittes gespaltene Vorderarmfaszie wird vom Lig. carpi dorsale abgetrennt und nach beiden Seiten zurückpräpariert. Die Sehnen des Ext. carpi rad. brevis, Ext. poll. long., Ext. poll. brev. u. Abd. poll. long. werden von ihren Muskelbäuchen möglichst proximal quer abgetrennt.

Durch den Radius wird 2 cm oberhalb des Gelenkspaltes ein dorsoventraler Kanal von 7 mm lichter Weite gebohrt. Die Sehne des Ext. carpi rad. brev. wird von dorsal nach volar durch den Kanal geführt.

3. Die vier Sehnen des Ext. dig. commun. werden von ihrem Muskelbauch weit proximal abgetrennt. Nachdem der Flex. carpi ulnaris durch den für ihn gebohrten Weichteilkanal geführt ist, werden an seinem sehnigen Ende zwei kleine Schlitz gemacht. Durch jeden Schlitz wird ein Paar der Fingerstrecksehnen in einander entgegengesetzter Richtung durchgeführt und mit der Sehne des Kraftspenders mehrfach unter leichter Spannung vernäht, während die Hand um 30 Grad dorsal flektiert ist und die Finger vollkommen gestreckt sind.

4. Die durch den Knochenkanal geleitete Sehne des Ext. carpi rad. brev. wird in sich selbst und an dem Lig. carpi transv. so vernäht, daß die Hand in einem dorsalen Winkel von 20 Grad entgegen der Schwere gebeugt bleibt. Auch können die Sehnen des Ext. carpi rad. long. und Ext. carpi ulnaris am Periost von Radius und Ulna festgenäht werden.

5. Nachdem die Vorderarmfaszie vernäht ist, wird die Sehne der Flex. carpi rad. durch den für sie bestimmten Subkutankanal geleitet und mit den drei Daumenstrecksehnen in der Weise vereinigt, daß der Ext. poll. long. und brevis durch ein Knopfloch hindurchgeführt und die platte Sehne des Abd. poll. long. spiralförmig herumgeschlungen und vernäht werden. Die Naht wird in leichter Spannung bei starker Abduktion und Extension des Daumens ausgeführt (Abb. 673–675).

Die bei dieser Operationsanordnung vorgenommene Tenodese des Handgelenkes plant ein dauerndes Aufheben der volaren Beugefähigkeit der Hand, was eine nicht unbedeutende Funktionsschädigung bedeutet. Da die Tenodese außer-

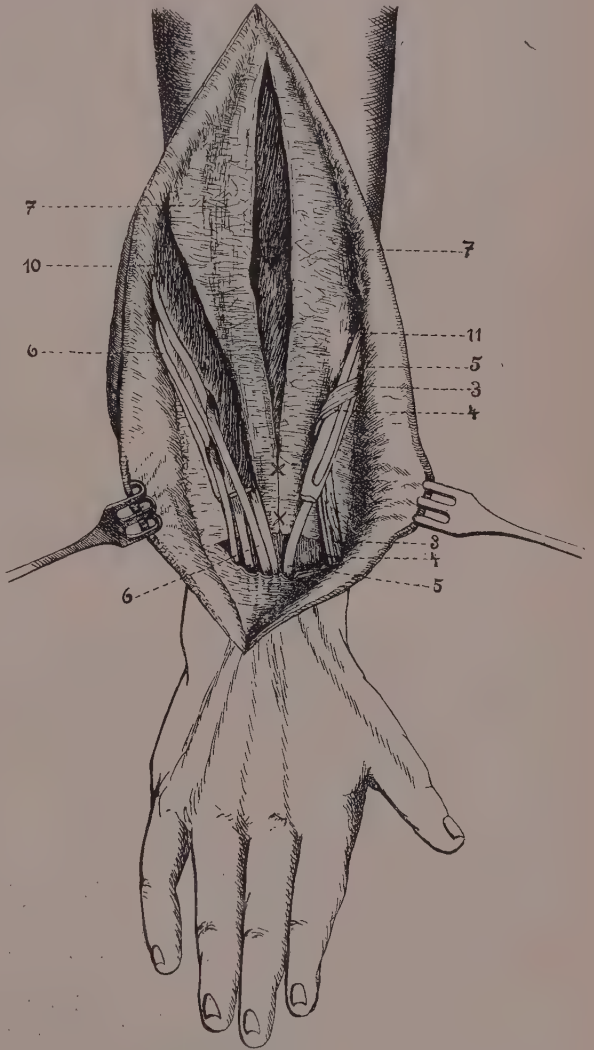


Abb. 675. Sehnenoperation nach PERTHES bei Radialislähmung.

(Aus Bruns Beiträge Bd. 113.)

dem eine gewisse Komplikation der Operation darstellt, da mehrfach beobachtet wurde, daß bei gut gelungener Muskeltransplantation die Hand auch ohne Tenodese gestreckt und dorsalwärts gebeugt werden konnte, und da der Tenodese überdies nachgesagt wird, sie lasse in ihrer Wirkung mit der Zeit nach, so wird ihre Ausführung vielfach widerraten (HASS, HOHMANN, STOFFEL). Trotzdem glaubt PERTHES auf sie nicht verzichten zu können, da seiner Erfahrung nach sich die Hand ohne Tenodese bei dem



Abb. 676. Irreparable Radialislähmung und Pseudarthrose nach Schußfraktur des Oberarmes.  
(Eigene Beobachtung.)



Abb. 677. Derselbe Fall wie Abb. 676.

Heilung der Pseudarthrose durch Knochenbohrung. Sehnentransplantation nach Perthes. 3 Monate nach der Operation. Aktive Streckung des Handgelenkes und der Finger.

Versuche kräftigen Zugreifens in volare Flexionsstellung mit entsprechender Verminderung der Kraft des Faustschlusses stellt.

STOFFEL zieht als Kraftspender außerdem noch den Flexor digit. sublim. III heran, den er auf die Sehne des Abd. poll. long. und Ext. poll. brev. pflanzt. Den Flexor carpi ulnaris überträgt er auf den Ext. poll. long. und Ext. digit. commun, während er den Flexor carpi rad. für den Ext. carpi rad. brevis verwendete.

HOHMANN gruppiert die Empfänger derartig, daß er mit dem Flexor carpi ulnar. außer den Extensoren des 2. bis 5. Fingers noch den Extensor poll. longus versorgt, während er mit dem Flexor

carpi radialis außer dem Ext. poll. brevis und Abd. poll. long. noch den Extensor carpi rad. longus und brevis verbindet. Er durchschneidet die Kraftempfänger nicht, sondern versieht sie mit einem Schlitz, in dem die durchgeführten Spendersehnen festgenäht werden (Abb. 681—683), so daß bei etwaiger



Abb. 678. Derselbe Fall wie Abb. 676.

Aktive Streckung des Handgelenkes bei gebeugten Fingern.

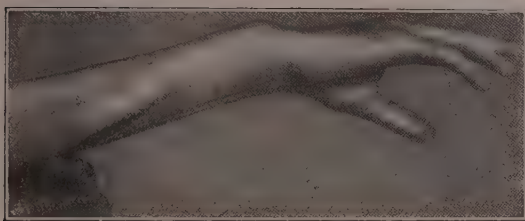


Abb. 679. Derselbe Fall wie Abb. 676.

Spreizung des Daumens.

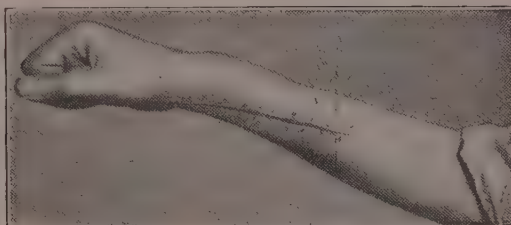


Abb. 680. Derselbe Fall wie Abb. 676.

Faustschluß.



Abb. 681.

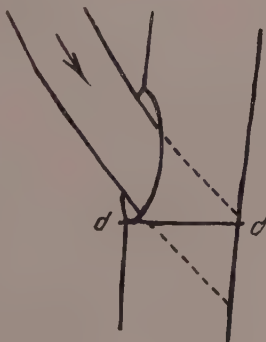


Abb. 682.



Abb. 683.

Abb. 681—683. Technik der Sehnenverbindung nach HOHMANN.

(Aus Zentralblatt für Chirurgie, 1919.)

Wiederkehr der Radialisfunktion der Streckapparat seine natürliche Funktion wieder aufnehmen kann. Auch HASS durchschneidet die Empfängersehnen nicht, sondern lagert ihnen die Spender seitlich an.

GESSNER und RIEDEL sind die einzigen, die die Kraftüberleitung durch das Spatium interosseum bewerkstelligen. Sie benutzen den Flexor carpi rad. und befestigen seine Sehne periostal am Hand-



gelenkrücken. Die Fingerstrecksehnen werden lediglich gerafft. Der Palmaris longus wird an Stelle des verlagerten Flexor carpi radialis gesetzt.

SUDECK benutzt als Kraftspender allein den Flexor carpi ulnaris, der an die Strecksehnen sämtlicher Finger einschließlich des Daumens genäht wird, nachdem er ihn um die Ulna auf die Dorsalseite geführt hat.



Abb. 684. Radialislähmung operiert mit Sehnenplastik nach PERTHES ohne Tenodese.

3 Monate nach Operation, aktive Beugung.  
(Aus Bruns Beiträge Bd. 113.)

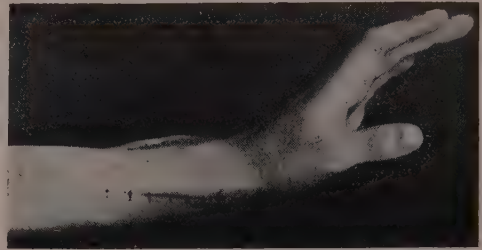


Abb. 685. Derselbe Fall wie Abb. 684.

Aktive Streckung.  
(Aus Bruns Beiträge Bd. 113, Arb. Perthes.)

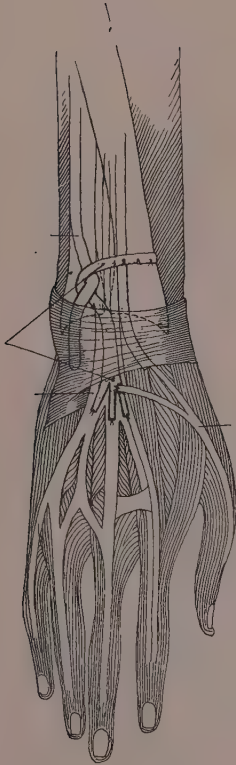


Abb. 686.



Abb. 687.

Abb. 686 u. 687. Übertragung der Pronationsbewegung zur Ausnutzung der Streckung der Finger nach HAMMESFAHR.

(Aus Zbl. f. Chir. 1916.)

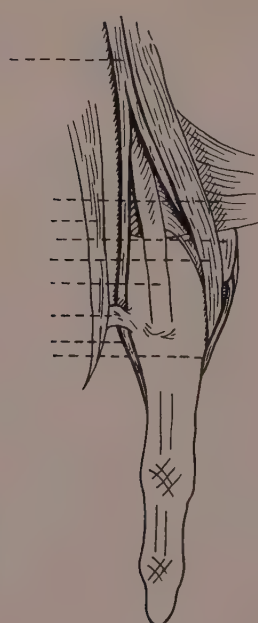


Abb. 688.

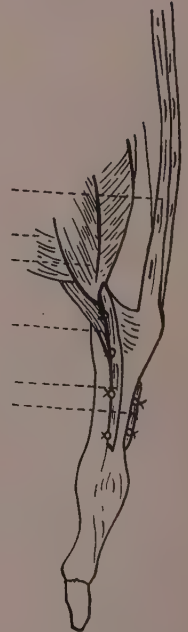


Abb. 689.

Abb. 688 u. 689. Übertragung des Flexor digt. sublim. zum Ersatz der Interossii auf die Strecksehne. Sehnenplastik bei Ulnarislähmung nach

NUSSBAUM. (Aus Zbl. f. Chir. 1916.)

Die Nachbehandlung wird im allgemeinen in der Weise durchgeführt, daß die Hand und die Finger etwa 3 Wochen lang durch eine volare Schiene in extremer Streckstellung ruhiggestellt werden. Von da ab wird die Schiene zeitweise abgenommen und mit aktiven und passiven Bewegungsübungen, Farradisation der Muskeln, Massage, Heizen, Baden usw. begonnen.

Über die Erfolge der Sehnentransplantation bei Radialislähmung besitzen wir einen eingehenden Bericht von PERTHES hinsichtlich des an seiner Klinik geübten oben beschriebenen Verfahrens. Wenn die operierten Hände naturgemäß auch niemals eine der Norm entsprechende Funktion zurück-erhalten, so sind die Ergebnisse der Plastik doch, was Haltung der Hand, Streckfähigkeit der Finger, Abduktionsmöglichkeit des Daumens und Kraft des Faustschlusses anbetrifft, überraschend gut, und sie berechtigen uns zu der These, daß ein erfolgreich Operierter besser als ein Kranker mit der besten Radialisschiene gestellt ist (Abb. 676–680, 684 u. 685).

Die Indikation zur Sehnentransplantation bei Radialislähmung wird verschieden gestellt. Die meisten Autoren erkennen sie nur bei sicher oder mit größter Wahrscheinlichkeit irreparabler Nervenlähmung an, wozu zumeist auch die Fälle mit völligem Ausbleiben des Erfolges mehr als ein Jahr nach einer Nerven-naht gerechnet werden. Es gibt aber auch Stimmen, die diese Operation im Hinblick auf die Unsicherheit und auf die lange Zeitdauer bis zum Eintritt des Erfolges einer Nerven-naht unmittelbar an jede Nerven-naht anschließen wollen (SUDECK, ERNST MÜLLER, WEITZ). Im Falle vollständiger Wiederherstellung der Nervenfunktion sind natürlich der infolge der Plastik eingetretene Ausfall einzelner Beugesehnen und die durch eine etwaige Tenodese bedingte Bewegungsbeschränkung unangenehm und erfordern unter Umständen ihre Beseitigung durch eine Nachoperation.

Anschließend mag der Vorschlag HAMMESFAHRS erwähnt werden, bei Radialislähmung die Pronationsbewegung des Vorderarmes zu einer Streckung der Finger auszunutzen (Abb. 686 u. 687).

HAMMESFAHR legt die Strecksehnen durch einen ausgiebigen Längsschnitt frei. Er durchtrennt die Sehne des Extensor carpi rad. longus möglichst weit proximal und möglichst weit distal. Das distale Ende wird mit den Sehnen des Extensor dig. comm. und mit einer Abspaltung der Sehne des Ext. poll. long. vernäht. Das proximale Ende wird um die als Hypomochlien dienende Sehne des Ext. carpi ulnar. geschlungen, zirkulär um den Radius geführt und bei leichter Streckstellung der Finger und der Hand in sich ringförmig vernäht. Wird die Hand nach der Wundheilung proniert, so spannt sich die am Radius und an den Sehnen des Ext. carpi ulnar., Ext. digt. comm. und dem abgespaltenen Teil der Sehne des Ext. poll. long. befestigte transplantierte Sehne des Ext. carpi rad. long. an, wodurch Hand und Finger gestreckt werden. (Es ist nicht recht verständlich, warum



Abb. 690. Freie Faszientransplantation zur Behebung der Peroneuslähmung nach ANSINN.  
(Aus Bruns Beiträge Bd. 105.)

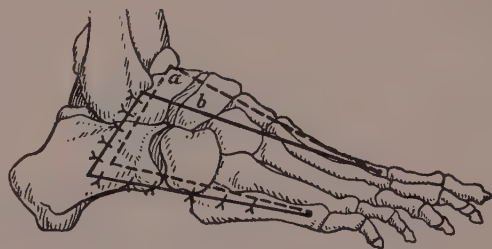


Abb. 691. Knochenplastik bei Peroneuslähmung nach SCHULTZE.  
(Aus Zbl. f. Chir. 1919.)



Abb. 692. Stellung des Fußes vor der Operation und Schnittführung zur dorso-plantaren Aufklappung zwecks Arthrodese.  
(Aus D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 151, Arb. Klapp.)

HAMMESFAHR das Material für die freie Sehnen transplantation einer durch die Nervenverletzung an sich schon geschädigten Muskelgruppe in Form der Sehne des Ext. carpi rad. long. entnimmt, anstatt sich eines Streifens der Fascia lata zu bedienen.)

NUSSBAUM beschäftigt sich mit der Verbesserung der Krallenhandstellung bei Ulnarislähmung. Er rät zu folgendem Vorgehen (Abb. 688 u. 689):

Die Sehnen des Flex. digit. sublim. werden der Länge nach gespalten und von ihrem Ansatz abgetrennt. Der radiale Zipfel wird auf der einen Seite des Fingers durch den zugehörigen M. interosseus, der ulnare Zipfel wird auf der anderen Seite des Fingers unter dem Lig. capit. transv. hindurchgeführt. Beide Sehnenhälften werden auf der Streckseite des Fingers vereinigt und unter sich und mit der Streckapponurose vernäht.



Abb. 693. Dorsoplantare Aufklappung.  
(Aus Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 151, Arb. Klapp.)

BAISCH und STOFFEL wollen bei Krallenhandstellung eine Streckung der Finger dadurch herbeiführen, daß sie die Kraft der Fingerstrecksehnen bis auf die Nagelglieder fortführen.

Zu diesem Zwecke entnehmen sie der Fascia lata geeignete Streifen, die einerseits etwas proximal vom Metakarpophalangealgelenk in einen Schlitz der Strecksehnen und nach subkutaner Fortführung andererseits dicht am Nagel des Endgliedes verankert werden.

Nach SCHEEDES Angabe läßt sich bei Streckkontraktur im Grundgelenk durch Durchtrennung der Ligg. collateralia sofort eine Beugefähigkeit erzielen.

WITTECK macht einen Hautschnitt, der auf der Radialseite des Metakarpus II beginnt, bis zum distalen Drittel des Dorsum des Indexgliedes und von da zur Schwimmhautfalte  $\frac{2}{3}$  ziehend am Dorsum der Grundphalanx 3 endet, und einen zweiten, der von der Ulnarseite des Metakarpus V zur Schwimmhautfalte  $\frac{4}{5}$  zieht. Er teilt die Extensor communis-Sehne des Zeigefingers und des kleinen Fingers 5 cm proximal vom Grundgelenk bis zum distalen

Drittel der Phalanx I in zwei parallele Streifen. Die Extensor communis-Sehne des 3. und 4. Fingers wird in gleicher Ausdehnung, jedoch in 3 Streifen gespalten, wobei der mittlere Streifen mit der Sehne des Extens. indicis propr. resp. des Extens. digit. V propr. vereinigt wird. Die Kontinuität der Sehnenstreifen wird dabei an keiner Stelle unterbrochen. Die übrigen Sehnenstreifen werden paarweise unter Beugung der Grundgelenke nach rechts und links volarwärts luxiert und an der volaren seitlichen Basis der Grundgelenke angenäht. Sie bewirken nunmehr eine Beugung der Grundgelenke, während die Streckung nur noch durch die Propriussehnen bewirkt wird.

DRÜNER will bei Ulnarislähmung mit störender Stellung des 4. und 5. Fingers diese beiden Finger abtragen.



Bei der Medianuslähmung bedient sich HASS als Kraftspender des vom Nerv. ulnaris versorgten Flexor carpi ulnar. und des vom Nerv. radialis versorgten Extensor carpi rad. longus.

Der erstere Muskel wird mit dem Flexor digit. sublim, der letztere Muskel wird mit dem Flexor poll. longus verbunden. (Der Flexor digit. profund. wird bekanntlich im wesentlichen vom Nerv. ulnaris versorgt). VULPIUS verpflanzt bei der Medianuslähmung den Ext. carpi rad. longus auf den Flexor carpi rad. und den Brachioradial. auf den Flexor digit. sublim. SPITZY begnügt sich damit, den Flexor carpi ulnar. auf die Sehne des Flex. digit. sublim zu leiten. Um die Opposition des Daumens zu ermöglichen, führt er eine Arthrodese im Grundgelenk aus und dreht den Daumen hierbei um 90 Grad. DRÜNER will bei der Medianuslähmung des öfteren eine so weitgehende Wiederherstellung der motorischen Funktion beobachtet haben, daß im wesentlichen nur eine Beugeunfähigkeit des Endgliedes des Zeigefingers und des Daumens zurückblieb. Ein plastischer operativer Eingriff erscheint ihm in solchen Fällen unnötig. Nur das unbewegliche Endglied des Zeigefingers ist unter Umständen zu entfernen.

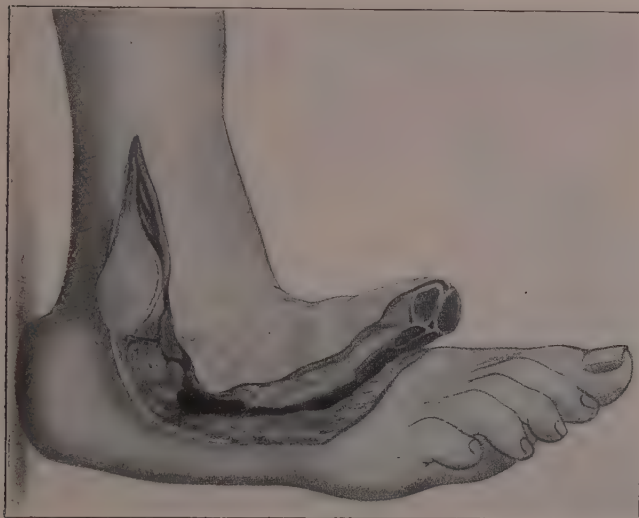


Abb. 694. Nach der dorso-plantaren Aufklappung wird der bis dahin plantarflektierte Fuß dorsalflektiert. Der dorsale Lappen wird dabei zu lang, steht über die Sägemulde nach vorn heraus und muß gekürzt werden.

(Aus Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 151, Arb. Klapp.)

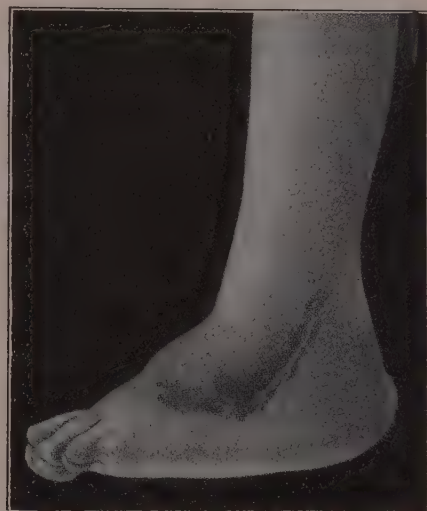


Abb. 695. Stellung des Fußes nach der Operation. Dorso-plantare Aufklappung.

(Aus Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 151, Arb. Klapp.)

Sehr schwierig liegen die Verhältnisse, wenn der Nervus medianus und ulnaris gleichzeitig gelähmt sind. Dann stehen nur die vom Nerv. radialis versorgten Streckmuskeln zur Verfügung.

In einem derartigen Falle, in dem am 4. und 5. Finger Dekubitus und schwere Kreislaufstörungen vorhanden waren, exartikulierte DRÜNER diese beiden Finger und vollführte folgende Plastik: Der Ext. carpi rad. brevis kommt auf den Flexor poll. long.; der Ext. carpi rad. long. kommt auf den Flexor digit. 2 und 3. Der Ext. carpi ulnaris kommt auf den Flexor digit. profund. 2 und 3. Nach der Plastik bildete sich eine typische Krallenstellung des 2. und 3. Fingers aus. Sie hätte sich vielleicht vermeiden lassen, wenn auf die Lumbricales die durch die Exartikulation frei gewordenen Strecksehnen des 4. und 5. Fingers übertragen worden wären.

Während des Krieges hat HOHMANN (bei einem Kinde) den gelähmten Biceps brachii durch den Pectoralis major ersetzt, indem er die lange und die kurze Bizepssehne im Zusammenhange mit dem Coracobrachialis von ihren Ursprüngen abtrennte und aus beiden Sehnen eine Schlinge bildete, die mit dem von seinem Ansatz gelösten Pectoralis major verbunden wurde.

Da für die Behandlung der im Kriege erworbenen Serratuslähmung von PELTESOHN eine besondere Bandage angegeben wurde, sei daran erinnert, daß dieses Leiden plastischen Operationen zugänglich ist. Außer den den Pectoralis major verwendenden Muskelplastiken von SAMTER, KATZENSTEIN und ENDERLEN haben KIRSCHNER und ROTHSCILD mit der Fixation des unteren Skapulawinkels an eine Rippe mit Hilfe eines frei transplantierten, zu einem Ringe geschlossenen Faszienzügels gute Erfolge erzielt.

Auch zur Behandlung der Peroneuslähmung wurde die freie Faszientransplantation während des Krieges herangezogen.

ANSINN rät entsprechend der von ihm angegebenen, oben beschriebenen Behandlung der Radialislähmung einen subkutan verlagerten, der Fascia lata frei entnommenen Streifen einerseits um die Fibula, andererseits um den II. Metatarsalknochen zu führen und durch beidseitige Schlingenbildung zu verankern (Abb. 690). In ähnlicher Weise bildet STOFFEL seine „lebende Peroneuschiene“. KATZENSTEIN entnimmt der Fascia lata zwei lange Streifen, die mit dem M. quadriceps

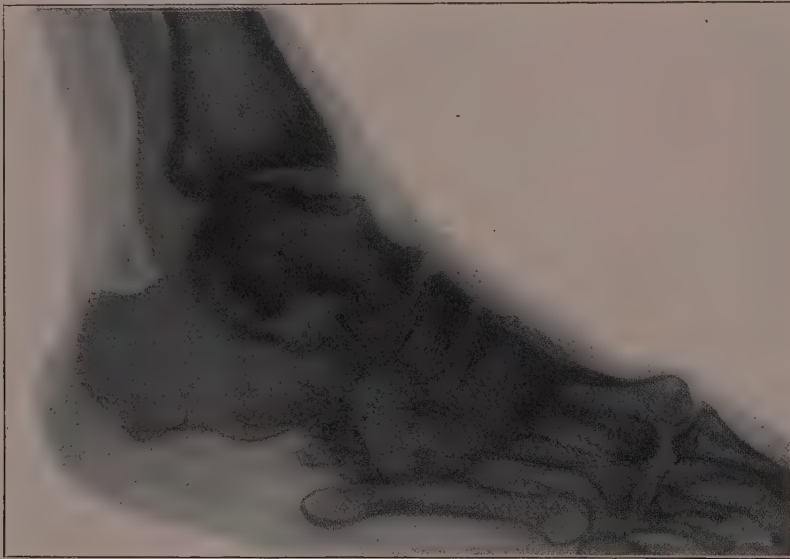


Abb. 696. Ankylose zahlreicher Gelenke im Bereiche des Fußes nach dorso-plantarer Aufklappung. Etwa 2  $\frac{1}{4}$  Jahr nach der Operation.

(Aus Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 151, Arb. Klapp.)

oberhalb der Kniescheibe verflochten werden und unter der Haut fortgeleitet, mit den Sehnen des M. ext. digit. commun. und des M. peroneus vernäht werden.

SCHULTZE gibt zur Korrektur der Peroneuslähmung eine ostale Plastik an (Abb. 691).

Zunächst muß der Fuß so vollständig modelliert sein, daß er auf sanften Fingerdruck die Normalstellung einnimmt. Der Hautschnitt verläuft auf der Außenseite des Fußes von den Grundgelenken der 3. 4. und 5. Zehe im Bogen zum Metatarsus 5 übergehend parallel zur Fußsohle bis zur Articulatio cuboidea und von hier im Bogen auf die Vorderseite des unteren Viertels der Fibula. Der Hautlappen und die oberflächlichen Strecksehnen werden abpräpariert. Es wird ein distal gestielter Knochenlappen vom Metatarsus und Tarsus einschließlich des Talushalses abgestemmt und mobilisiert. Nach Richtigestellung des Fußes wird der Lappen in seiner neuen Stellung festgenäht. Er sichert nach dem Festwachsen die gewünschte Korrekturstellung.

In ähnlicher Weise geht KLAPP vor, der unter Benutzung eines von KIRSCHNER zur Freilegung der kleinen Fußgelenke angegebenen, den Fuß in einen kleineren dorsalen und größeren plantaren Lappen spaltenden Sägeschnittes eine Ankylosierung des Fußes in korrigierter Stellung unter Verschiebung der beiden Lappen gegeneinander erreicht (Abb. 692–696).

## Literatur.

- ANSINN, Faszienimplantation bei Radialis- und Peroneuslähmung. Bruns Beitr. Bd. 105 H. 4 S. 587 und Zbl. f. Chir. 1918 S. 108.  
 — Hebelstreckverband. Zbl. f. Chir. 1919 S. 725.
- APPEL, Blutige Mobilisierung versteifter Kniegelenke durch Arthroplastik. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 136 S. 508; Zbl. f. Chir. 1916 S. 1016.
- BAISCH, Über die Behandlung der Krallenhand bei Ulnarislähmung. Orthopäd. Kongreß 1920.
- BLATT, Versammlung der norddeutschen Chirurgen. Zbl. f. Chir. 1919 S. 947.
- BAUMGARTNER, Die blutige Behandlung der Ankylosen. Zbl. f. Chir. 1914 S. 1252; Rev. de chir. 33. année Nr. 11.
- BIER, BRAUN, KÜMMEL, Operationslehre, Leipzig 1917.
- BIER, Vorstellung künstlicher Nearthrosen. Berl. Ges. f. Chir., 24. 11. 19. D. Med. W. 1920 S. 109.  
 — Beobachtungen über Regeneration beim Menschen, 19. Abhandlung. Regeneration der Gelenke. D. Med. W. 1919 Bd. 1 S. 225 u. 257.
- BIESALSKI und MAYER, Die physiologische Sehnenverpflanzung, Berlin 1917.
- BUCHMANN, Behandlung knöcherner Ellbogengelenksankylosen mittels Überpflanzung von ganzen Gelenken. Zbl. f. Chir. 1908 S. 582.
- BÜLOW-HANSEN, v., Mobilisation des Ellbogengelenkes mittels Homoplastik vom Fußgelenk. Zbl. f. Chir. 1919 S. 947. Versammlung der norddeutschen Chirurgen.
- DRÜNER, Sehnenplastik bei Ulnaris- und Medianuslähmung. Zbl. f. Chir. 1919 S. 809.
- EGLOFF, Zur Frage der operativen Behandlung der Radialislähmung. M. Med. W. 1916 S. 626; Zbl. f. Chir. 1916 S. 636.
- ERLACHER, Endbefunde nach direkten Gelenkverletzungen. Zbl. f. Chir. 1920 H. 14 S. 327.  
 — Typische Lähmungsbilder bei Armverletzungen. Bruns Beitr. Bd. 100 S. 371.
- GESSNER und RIEDEL, Die Sehnenplastik bei Radialislähmung. M. Med. W. 1917 Nr. 25, Fachärztl. Beil.; Zbl. f. Chir. 1918 S. 396.
- GLAESSNER, Die Schußverletzungen der Hand. Ergebn. d. Chir. u. Orth. Bd. 11 S. 211.
- GOEBEL, Verhandl. d. deutsch. Ges. f. Chir. 1914 S. 189; Chirurgenkongreß 43.
- HAHN, Gelenkschüsse und ihre Behandlung. Bruns Beitr. Bd. 105 S. 141; Zbl. f. Chir. 1917 S. 1201.
- HAMMESFAHR, Die Ausnutzung der Pronationsbewegung und ihre Übertragung auf die gelähmten Fingerstrecker bei den Oberarmschußverletzungen mit Radialislähmung. Zbl. f. Chir. 1916 S. 914.
- HANCK, Zur Frage der Dauerresultate nach operativer Gelenkmobilisation. Bruns Beitr. Bd. 95 S. 290; Zbl. f. Chir. 1915 S. 32.
- HASS, Zur Sehnenoperation bei Medianuslähmung. Zbl. f. Chir. 1919 S. 532.  
 — Zur Frage der Tenodesse und zur Technik der Sehnenverpflanzung bei Radialislähmung. Zbl. f. Chir. 1919 S. 812.
- HELFERICH, Über operative Nearthrosis. M. Med. W. 1913 S. 2769.
- HENSCHEN, Die Herstellung von Gleitkanälen beim freien Sehnenersatz. Zbl. f. Chir. 1920 H. 17 S. 396.
- HÖRHAMMER, Mobilisierung des Kniegelenkes bei einem jugendlichen Patienten. M. Med. W. 1917 S. 1338.
- HÖSSLY, Über Arthroplastik bei Kriegsinvaliden. Zentralorgan f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgeb. 1920 Bd. 8 H. 1 S. 23.
- HOHMANN, Zur operativen Behandlung der Knie- und Ellbogengelenkkontrakturen. M. Med. W. 1916 S. 1693; Zbl. f. Chir. 1917 S. 299.  
 — Zur Sehnenverpflanzung bei Radialislähmung. Zbl. f. Chir. 1919 S. 147.  
 — Ersatz des gelähmten Biceps brachii durch den Pectoralis major. M. Med. W. 1918 S. 1240.  
 — Die Indikation zur Sehnenverpflanzung und ihre Anwendung bei Schußlähmung peripherer Nerven. M. Med. W. 1918 S. 1349.  
 — Zur operativen Behandlung der Knie- und Ellbogenkontrakturen. M. Med. W. 1916 S. 1639.
- KATZENSTEIN, Die nach Schußverletzung entstehende nicht knöcherne Kniegelenksversteifung und ihre operative Behandlung. D. Med. W. 1918 S. 1045.  
 — Arch. f. orth. Unfallchirurgie Bd. 16 S. 339.
- KIRSCHNER, Ein neues Verfahren zur Eröffnung des Kniegelenkes. Bruns Beitr. Bd. 71 S. 703.  
 — Der gegenwärtige Stand und die nächsten Aussichten der autoplastischen freien Faszien-transplantation. Bruns Beitr. Bd. 86 S. 5.  
 — Über Wangen-Defekte. Verein für wissenschaftliche Heilkunde 9. 3. 1920. Königsberg i. Pr. D. Med. W. 1920, S. 897.
- KLAPP, Über Umpflanzungen von Gelenkteilen. Chirurgenkongreß, 14. 1. S. 69. Arch. f. klin. Chir. Bd. 96 S. 386.  
 — Die operative Erweiterung der Schultergelenkkapsel. Zbl. f. Chir. 1916 S. 137.  
 — Die dorso-plantare Aufklappung zur Ankylosierung zahlreicher Gelenke des Fußes. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 151.
- LANGE, Was leistet die operative Behandlung der Kontrakturen und Ankylosen bei unsern Verwundeten? Bruns Beitr. Bd. 101 H. 4 S. 404; Zbl. f. Chir. 1917 S. 415.
- LEHMANN, Die Kontrakturen nach Nervenschüssen. Bruns Beitr. Bd. 114 S. 229.
- LEXER, Transplantationen. Neue deutsch. Chir. 1919 Bd. 26.  
 — Arthroplastik. Tagung d. chirurg. u. orth. Fachärzte 1917 in Kassel. Zbl. f. Chir. 1918 S. 286.  
 — Das Beweglichmachen versteifter Gelenke mit und ohne Gewebswischenlagerung. Zbl. f. Chir. 1917 S. 2.  
 — Die Verwertung der freien Fettgewebsverpflanzung zur Wiederherstellung und Erhaltung der Gelenkbeweglichkeit samt einem Beitrag zur Operation der angeborenen Hüftgelenkluxation. D. Zeitschr. f. Chir. 1916 Bd. 135 S. 389.  
 — Chirurgenkongreß 1920 zit.: Zentralorgan f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgeb. 1920 S. 269.



- LORENZ, Gelenkmobilisierung in der Kriegschirurgie. Wien. Med. W. 1915 Nr. 21 u. 22; Zbl. f. Chir. 1915 S. 605.
- MARBURG, Indikationen zu chirurgischen Eingriffen bei Hirn- und Rückenmarksverletzungen. Wien. Med. W. 1919 Nr. 11; Zbl. f. Chir. 1919 S. 759.
- MOSKOWICZ, Über Arthroplastik. Bruns Beitr. Bd. 105 H. 2 1917 S. 168; Zbl. 1917 S. 1024.
- MÜLLER, ERNST, Zur Behandlung der Radialislähmung. Bruns Beitr. Bd. 98 H. 2 S. 248; Zbl. f. Chir. 1916 S. 246.
- NUSSBAUM, Sehnenplastik bei Ulnarislähmung. Zbl. f. Chir. 1916 S. 978.
- NYSTROM, Mobilisation ankylosierter Handgelenke durch Resektion und Transplantation der Bursa präpatellaris. Svenska Läkaresällskapets Handlingar Bd. 42 H. 3 1916, September, Schwedisch. Zbl. f. Chir. 1917 S. 36.
- OEHLECKER, Über Gelenktransplantationen an den Fingern, insbesondere nach Schußverletzungen. Zbl. f. Chir. 1916 S. 441.
- PAYR, Erweiterung der Anzeigenstellung für blutige Mobilisierung versteifter Gelenke. Zbl. f. Chir. 1919 S. 746.
- Weitere Erfahrungen über die operative Mobilisierung ankylosierter Gelenke, mit Berücksichtigung des späteren Schicksales der Arthroplastik. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 129 S. 341.
  - Über die operative Behandlung von Kniegelenkankylosen. Verhandl. d. dtsh. Ges. f. Chir. 1912, 41. Kongreß Bd. 2 S. 516. Langenbecks Arch. Bd. 99.
  - Weitere Erfahrungen über die Mobilisierung ankylosierter Gelenke. Verhandl. d. dtsh. Ges. f. Chir. 1914, 43. Kongreß S. 827.
  - Über Wesen und Ursache der Versteifung des Kniegelenkes nach lang dauernder Ruhigstellung und neue Wege zu ihrer Behandlung. M. Med. W. 1917 Bd. 1 S. 673 u. 710.
  - Über blutige Gelenkmobilisierung in der Kriegschirurgie. M. Med. W. 1916 Nr. 29; Zbl. f. Chir. 1915 S. 636.
  - Kurze Demonstr. z. Arthroplastik. Chirurgenkongr. 1920. Zit.: Zentralorg. f. d. ges. Chir. 1920 S. 269.
  - Zur operativen Behandlung der Kniegelenksteife nach langdauernder Ruhigstellung. Zbl. f. Chir. 1918 S. 809.
  - Zehn Jahre Arthroplastik. Zbl. f. Chir. 1920 S. 313.
- PELTESOHN, Zur Bandagenbehandlung der Serratuslähmung. Arch. f. orth. u. Unfallchirurgie Bd. 1916 S. 274.
- PERTHES, Über Sehnenoperationen bei irreparabler Radialislähmung, nebst Studien über die Sehnenverpflanzung und Tenodese im allgemeinen. Bruns Beitr. 1918 Bd. 113 S. 289; Zbl. f. Chir. 1919 S. 278.
- Weiterer Beitrag zur Sehnenoperation bei irreparabler Radialislähmung. Zbl. f. Chir. 1919 S. 471.
  - Über die Behandlung der Schmerzzustände bei Schußneuritis mittels der Vereisungsmethode von W. TRENDLENBURG. M. Med. W. 1918 Bd. 2 S. 1367.
  - Chirurgenkongreß. Zit.: Zentralorgan f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgebiete 1920 S. 269.
- PUTTI, Chirurg. degli org. di movim. Bd. 4 H. 1. Zit.: Zentralorgan f. d. ges. Chir. 1920 S. 920.
- REICH, Beitrag zur Fußgelenkplastik. Zbl. f. Chir. 1919 S. 97.
- REIMER, Über die funktionellen Resultate der Resektion des Ellbogengelenkes mit Interposition eines Muskellappens nach Helferich. D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 104 S. 209.
- RINGER, Über Mobilisierung knöchern ankylosierter Gelenke. M. Med. W. 1916 S. 17.
- RÖPKE, Zur operativen Gelenkmobilisation. D. Med. W. 1916 S. 1287. Zbl. f. Chir. 1917 S. 223.
- SCHEEDE, Orthopädenkongreß 1920.
- SALOMON, Zur Myotomie am Vorderarm bei Fingerkontraktur. Berl. Klin. W. 1919 S. 29.
- SCHPELMANN, Ziele und Wege der Arthroplastik. M. Med. W. 1917 Nr. 11, Feldärztl. Beil. 11; Zbl. f. Chir. 1917 S. 1023.
- Die funktionelle Arthroplastik. Bruns Beitr. Bd. 108 S. 585; Zbl. f. Chir. 1918 S. 817.
  - Die wirtschaftliche Bedeutung der operativen Knochenverlängerung und Gelenkmobilisation. D. Med. W. 1918 S. 375; Zbl. f. Chir. 1918 S. 930.
- SCHMERZ, Neue Anschauungen über operative Gelenkmobilisation. Zbl. f. Chir. 1916 S. 935.
- Ein neuer Weg zur schonenden Eröffnung des Kniegelenkes. Zbl. f. Chir. 1916 S. 955.
- SCHULTZE, Die Behandlung der Peroneuslähmung durch die orrale Plastik. Zbl. f. Chir. 1919 S. 603.
- STAHNKE, Irreparable Radialislähmung. Arch. f. orth. u. Unfallchirurgie Bd. 17 S. 683.
- STOFFEL, Mitteilungen auf der Hauptversammlung der Prüfstelle für Ersatzglieder. Berlin 1918. Arch. f. orth. u. Unfallchirurgie 1916 S. 334.
- Deformitäten nach Nervenverletzungen und ihre Behandlung. Orthopädenkongreß 1920.
- SPITZY, Verhandlung d. dtsh. orth. Ges. 1918. Arch. f. orth. u. Unfallchirurgie Bd. 16.
- SUDECK, Behandlung der nicht geheilten Radialislähmung. D. Med. W. 1916 Bd. 1 S. 617.
- SUDECK, Die Sehnentransplantation bei der Radialislähmung. D. Med. W. 1919 Nr. 39; Zbl. f. Chir. S. 651.
- TRENDLENBURG, Die Methode der vorübergehenden Nervenausschaltung durch Gefrieren für chirurgische Zwecke. M. Med. W. 1918 Bd. 2 S. 1367.
- VULPIUS, Keine quere Tenotomie mehr. M. Med. W. 1919 Bd. 1 S. 416.
- WEDERHAKKE, Über die Verwendung des menschlichen Fettes in der Chirurgie. Berl. Klin. W. 1918 S. 47.
- WILLE, Die Behandlung der Ankylosen. Inaug.-Diss. Berlin 1918.
- WITTECK, Operative Behandlung der Ulnarisklauenhand. Zbl. f. Chir. 1918 S. 789.
- WOLLENBERG, Die operative Behandlung schwerer Fingerverküppelungen infolge Sehnenverletzungen und -verwachungen durch freie Transplantation von Sehnenscheidengewebe. Berl. Klin. W. 1917 Nr. 9 S. 207. Zbl. f. Chir. 1917 S. 1061.
- ZAHRADNICKY, Über Schußverletzungen der großen Gelenke. Bruns Beitr. 1916 Bd. 97 S. 452.

# Sachregister

zu den Bänden I und II.

## A.

- Abdomen, Angriffsfläche in verschiedenen Körperstellungen II 6.
- Abdominal-thorakale Verletzungen II 18.
- Abschnürung, elastische, zur Blutstillung I 71.
- unvollkommene I 72.
- Absturz mit dem Flugzeug I 27, 40.
- Absturzverletzungen I 40.
- Klinik ders. I 43.
- Abszesse, Behandlung I 187.
- Bildung I 174.
- — nach Darmschüssen II 28.
- des Dickdarms, abgesackte II 62.
- von Dünndarmschlingen ausgehend II 62.
- des Fußes II 330.
- heiße, Verwechslung mit Aneurysma II 462.
- osteomyelitische I 659.
- sekundäre, in der Bauchhöhle II 50.
- Achillessehne, Rutschenlassen ders. II 808.
- Achselhöhlenplexus, Freilegung dess. II 537.
- Aderpressen (Brandenstein u. Zwirn) I 72.
- Adduktorenkrampf I 220.
- Adventitia, Beteiligung an der Wundheilung II 434.
- Akromion, Schußbruch II 365.
- Alkoholinjektion bei Nervenschußschmerz II 625.
- Allersscher apathischer Symptomenkomplex I 335.
- Allgemeininfektion, pyogene, nach Kriegsschusswunden I 184.
- Allgemeinnarkose im Felde I 53.
- Technik ders. I 53, 54.
- Zweckmäßigkeit ders. I 56.
- Allgemeinvergiftung I 152.
- Allgemeinzustand des Verletzten I 131.
- Alloparalgie II 506.
- Alloplastik I 369.
- Aluminiumhand mit abnehmbarem Daumen II 733.
- Aluminiumrohr über das Gummidrän I 392.
- Aluminiumsonden I 387.
- Aluminiumspitzengeschoß I 295.
- Alveolarbogen, Defekt dess. II 720.
- Alveolarpyorrhöe I 510.
- Amnesie, retrograde, nach Schädelsschüssen I 309, 311, 335.
- Amnion, formalinisiertes II 818.
- Amputationen I 149.
- wegen Gasödem am Oberschenkel II 261.
- bei eitriger Infektion I 188.
- osteoplastische (Bier) II 647.
- primäre I 76.
- Technik ders. II 641, 642.
- bei Tetanus I 230.
- Amputationsstümpfe I 175.
- Belastungsfähigkeit ders. II 645.
- sachgemäße Einschulung II 745.
- Schrumpfung der Weichteile II 650.
- Amputationswunden, Nachbehandlung II 648, 649.
- Anaerobenzüchtung in frischer Granatsplittermuskelwunde I 114.
- Anaerobierbefunde I 119.
- Analring, Durchtrennung dess. II 58.
- Anarthrie nach Querschnittsläsion des Rückenmarkes I 655.
- Anästhesierung bei Kriegooperationen I 152; II 643.
- bei Halsschüssen I 605.
- bei Schädeloperationen I 339.
- Anästhesierungsverfahren, Entwicklung im Kriege I 47.
- Wahl und Anwendung I 46.
- Anastomose, durchgängige bei Bluttransfusion I 82.
- von Nerven II 539.
- Aneurysma arteriale racemosum II 430.
- — Entstehen und Wachsen II 452, 453, 454.
- — Selbstheilung II 476, 477.
- der Art. carotis communis I 628.
- der Art. femoralis, Reflexphänomen II 478.
- der Art. tibialis postica II 302.
- arterio-venosum I 347; II 429.
- endständiges II 429.
- intermediäres II 429.
- intrahepatisches II 84.
- varicosum II 429.
- Aneurysmasack II 449.
- Exstirpation II 482.
- plastische Verwertung II 467.
- Aneurysmen II 427, 428.
- arterielle II 448.
- arteriovenöse II 450.
- — „stille“ II 456.
- Diagnose ders. II 455.
- bei Oberschenkelverletzungen durch Granatsplitter II 227.
- Operationsindikationen II 479.
- traumatische II 484, 485.
- — von kleineren Gehirnarterien I 350.
- Aneurysmengerausösch II 459.
- Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse I 289.
- Angriffsfläche, Größe ders. I 291.
- Angstgefühle, halluzinatorische, nach Granatkontusion I 313.
- Angstpsychose I 313.
- Anhidrosis II 505.
- Ankylose, operative Behandlung II 805.

- Ankylose der Drehgelenke II 196.  
 — des Kiefergelenks I 528.  
 — des Schultergelenks nach Zerschmetterungsfraktur II 369.  
 Anoperieren, unvollkommenes I 143.  
 Anprall, Wucht dess. I 289.  
 Ansinn's Apparat zur Extension und gleichzeitigen Bewegung der Gelenke II 281, 282.  
 Antikoagulationsmittel I 79.  
 Antisepsis I 152.  
 — Mißbrauch ders. I 159.  
 — physikalische I 153.  
 — und Asepsis nach Schädelsschüssen I 343.  
 Antiseptische Mittel I 154.  
 — bei der Behandlung infizierter Kriegswunden I 191.  
 Anus praeternaturalis II 54, 55.  
 Anzeigestellung bei Schädelsschüssen I 285.  
 Aortarupturen bei Fliegerabsturz I 42.  
 Apathischer Symptomenkomplex I 312, 335.  
 Aphasie, motorische I 436.  
 — sensorische I 435.  
 Apparate, redressierende II 801.  
 Appendizitis und Schußverletzung II 58, 61.  
 Aptierte Geschosse I 13.  
 Arbeitsansätze für künstliche Glieder II 732.  
 Arbeitsarm, künstlicher II 724, 731.  
 — Aufhängungsart II 737.  
 — für Schulterexartikulierte II 740.  
 — für Schwerarbeiter II 738.  
 Arbeitsprothesen II 732, 753.  
 Arbeitstherapie bei Handschußverletzungen II 213.  
 Arbeitsunterarm mit Rotahandgelenk und Neumannscher Befestigung II 735.  
 — mit Walcher-Gelenk für Pro- u. Supination II 736.  
 Arbeitswille I 689.  
 Argentum nitricum I 160.  
 Arm, Leitungsanästhesie der großen Nervenstämmen I 65.  
 — künstlicher von Gavin Wilson II 742.  
 — willkürlich bewegter künstlicher II 725.  
 Armbanduhr, Gefahren durch sie I 35.  
 Armlähmungen, Zugfedervorrichtung zwischen Ober- u. Unterarm II 634.  
 Armnase II 711, 716.  
 Armstumpf, plastische Deckung dess. II 198.  
 Arm-Thorax-Steckschuß II 157.  
 Arrosionsblutung, septische II 438.  
 Arteria axillaris, Aneurysma durch den angeschossenen N. medianus gedeckt II 517.  
 — — die Nerven des Plexus verlaufen in der Sackwand II 518.  
 — carotis externa, Auswechslung gegen die interna I 629.  
 — — interna, Freilegung ders. I 629.  
 — glutaee, Blutungen daraus II 216.  
 — superior, Aneurysma ders. II 483.  
 — hepatica, Aneurysma ders. II 485.  
 — hypogastrica, Unterbindung ders. II 217.  
 — iliaca, Geschoßembolie aus dem Ventrikel I 700, 701.  
 — occipitalis I 345.  
 — poplitea, Arrosion durch Dränrohr II 320.  
 — — Gefäßnaht I 317.  
 — profunda femoris, Aneurysma ders. II 483.  
 — pulmonalis, Embolie eines Granatsplitters nach Herzschuß I 699.  
 — — Unterbindung I 737, 738.  
 — subclavia, Aneurysma mit Plexuslähmung II 518.  
 Arteria subclavia, Freilegung ders. I 626.  
 — temporalis profunda oder media I 345.  
 — tibialis antica u. postica, Unterbindung ders. II 318.  
 — — postica, Aneurysma ders. II 303.  
 — vertebralis, Freilegung ders. I 631.  
 — — Topographie ders. I 630.  
 — — Unterbindung ders. I 630.  
 Arterien, Abdrücken mit der Hand I 70.  
 — Heterotransplantation II 467.  
 Arterienabschüsse, Selbstheilungen II 443.  
 Arteriennäht bei Aneurysmen II 463.  
 Arterienstämme, septische Nachblutungen I 202, 203.  
 Arteriitis purulenta I 202.  
 Arthroplastik, Erfolge ders. II 825.  
 — Indikation und Voroperationen II 813.  
 — Nachbehandlung II 822.  
 — Nachoperationen II 824.  
 — Technik ders. II 815.  
 Arthrotomie nach Kocher II 831.  
 — mit sofortiger Bewegungsaufnahme nach Willems II 361.  
 Artilleriegeschosse, Wirkung ders. I 20, 21.  
 Artillerieverletzungen, Behandlung ders. I 132.  
 Arzneien, Die Herzaktion herabsetzende I 70.  
 Asepsis bei Amputationen II 642.  
 Askariden II 36.  
 Asphyxie bei Chloroformnarkose I 53.  
 Ataxie nach Schädelsschüssen I 334.  
 Atemstörungen nach Schädelsschüssen I 310.  
 Äther-Kochsalzinfusionen bei Tetanus I 227.  
 Äthernarkose I 48, 54.  
 Ätherrausch im Felde I 49.  
 — Sudecksche Form des protrahierten I 50.  
 Atmungsstörungen bei Gesichtsschüssen I 500.  
 Augapfel, herausgeschleuderter I 34.  
 — Senkung nach Oberkieferverletzung II 698.  
 Auge, indirekte Gewalteinwirkungen I 33.  
 — Kontusionen, Symptombilder I 34.  
 — Verletzungen durch Luftdruck I 29.  
 Augenbraue, Ersatz aus der Kopfhaut II 661.  
 Augenhöhle, Fettgewebstransplantation II 666.  
 — Verbindungsfistel mit Sinus maxillaris II 719.  
 Augenhöhlenrand, Knorpeltransplantation II 697.  
 Augenlid, Epidermistransplantation II 660.  
 — Faszientransplantation II 680, 681.  
 — Operationen II 719.  
 Augenspiegeluntersuchung des Schädelverletzten I 314, 316.  
 Ausfallserscheinungen, physiologische Unterlage I 430.  
 Ausgleich, elastischer I 30.  
 Auskeimungszeit der Wundbakterien I 124.  
 Ausschneidungen, ausgiebige I 142.  
 Ausschuß bei Schädelsschüssen I 299.  
 Autolyse (Abschmelzung) II 434.  
 Autoplastik bei Knochendefekten II 425.  
 Autotransfusion von Blut I 76.  
 Axillaris, Aneurysma ders. II 431.

## B.

- Babinskischer Zehenstreckreflex I 214.  
 Bacillus pyocyaneus I 116.  
 Bacterium coli I 118.  
 Bäder, heiße, bei Tetanus I 220.  
 Bahrenverband von Solms II 323.  
 Bajonettstiche I 24.  
 Bakteriämie I 186.



- Bakterien, angebrütete I 130.  
 — Auskeimungszeit in Schußwunden, beeinflussende Faktoren I 130.  
 — der Hautoberfläche und Unterkleidung I 168.  
 — Latenz im Gewebe I 204.  
 — Vuzineinwirkung I 159.  
 Balkanoptimismus II 4.  
 Balkenstich bei Hirndruck I 325, 328, 358, 376.  
 — Druckmessung dabei I 331.  
 — Technik dess. I 331.  
 Balkenstichkanüle, Führungsebene für sie I 330.  
 Ballifs Kunsthand II 743.  
 Bänder, extraartikuläre II 825.  
 — intraartikuläre II 824.  
 Bárány'sches Vorgehen I 369.  
 Barth'sche Transportschiene II 247.  
 Basisbrüche, indirekte I 301.  
 — bei Konvexitätsschüssen I 299.  
 Basisfissuren bei Konvexitätsschüssen I 299.  
 — radiäre und zirkuläre I 301.  
 Basisschüsse I 376.  
 — isolierte I 302.  
 Bauch, Umspritzungsanästhesie I 63.  
 Bauchdecken, vernarbte, Faszientransplantation II 680.  
 Bauchdeckennaht II 47.  
 Bauchdeckenreflexe II 9.  
 — Fehlen ders. I 355.  
 — Zentralgebiet ders. I 431.  
 Bauchdeckenspannung II 14.  
 — bei Darmschüssen II 9.  
 — bei Leberverletzungen II 74.  
 Bauchhöhle, Ätherwaschung ders. II 47.  
 — drüsige Organe ders. nach Verschüttung I 37.  
 — bei Nierenschüssen II 104, 110.  
 — bei transdiaphragmalen Verletzungen I 765.  
 — seröses Transsudat ders., gegen Tetanus I 229.  
 Bauchorgane, Revision ders. nach Versorgung der Milz II 96.  
 — Verletzungen bei Fliegerabsturz I 41.  
 Bauchschnitte II 34.  
 Bauchschüsse I 147; II 3.  
 — echte II 12.  
 — kurze Inkubationszeit I 131.  
 — perforierende, ohne Eingeweideverletzung II 19.  
 — Spätfolgen der penetrierenden II 48.  
 — Spontanheilungen II 24.  
 — mit Todesfolge I 96.  
 — Transportfrage I 280.  
 Bauchsteckschuß II 37.  
 Bauchverletzung, penetrierende II 3.  
 Bauchwandwunden, nicht perforierende II 12.  
 Bauchwunden, Störungen im Heilungsverlauf II 50.  
 — topographische Verteilung nach Schwere und Spontanheilung II 19.  
 Becken, Transversalschnitt II 121.  
 Beckenausgang, Schußverletzungen II 51.  
 Beckenbindegewebe, Phlegmone dess. II 53, 63.  
 Beckengürtel nach Verschüttung I 37.  
 Beckenknochen, Schußverletzungen II 55, 218.  
 Beckenring, Bruch bei Fliegerabsturz I 41.  
 — Resektionen im Bereiche des knöchernen II 655.  
 — Verletzungen bei Blasenschüssen II 117.  
 Beckenschüsse II 216.  
 — und fortschreitende Osteomyelitis I 182.  
 — Weichteilschüsse II 216.  
 — — Infektionen II 218.  
 Beckenwandschüsse II 219.  
 Beely'sche Gipshanschiene II 249.  
 Behandlungsverbände II 168.  
 Behelfsbein, Hoefftmanns II 786.  
 Behelfsprothesen II 786.  
 Bein, Leitungsanästhesie der großen Nervenstämmen I 65.  
 — Salutieren des geheilten II 283.  
 — künstliches, Befestigung am Körper II 778.  
 Beinlähmungen, Apparatbehandlung II 634.  
 Beinschiene, Brauns I 135.  
 Berieselung mit physiologischer Kochsalzlösung I 349.  
 Beugekontraktur im Handgelenk II 384.  
 — Verhütung ders. II 466.  
 Beugeversuche, forzierte des Kniegelenks II 811.  
 Bewußtlosigkeit nach Schädelchüssen I 309, 310.  
 Biceps brachii, Lähmung dess. II 853.  
 Biersche Kopfstauung I 364.  
 — Stauung bei Bewegungsübungen nach Arthoplastik II 824.  
 — — bei eitrigen Wunden I 197.  
 Binnenbänder II 824.  
 Bißwunden I 131.  
 Bizepsersatz II 705.  
 Blähungen bei Darmverletzungen II 8.  
 Blanke Waffen, Verwundungen durch sie I 24.  
 Blase, indirekte Gewalteinwirkungen I 33.  
 — Pfählungsverletzungen II 129.  
 — Sagittalschnitt II 120.  
 — Verhalten bei Darmschüssen II 10.  
 Blasendurchschuß II 115, 116.  
 Blasenfisteln II 128.  
 Blasenlähmung bei Rückenmarkschüssen I 658.  
 Blasen-Mastdarmfistel II 128.  
 — — Behandlung ders. II 56.  
 Blasen-Mastdarmschuß II 126.  
 Blasenrupturen I 33; II 129.  
 — bei Bauchschüssen II 52.  
 Blasenschüsse, extraperitoneale II 125.  
 — intraperitoneale II 126.  
 — Mortalität II 129.  
 Blasensteckschuß II 117, 118.  
 Blasensteine II 128.  
 Blasenstörungen bei Rückenmarksverletzungen I 649, 662.  
 Blasenverletzungen II 55.  
 Bleifleck, grauer I 353.  
 Bleiiegungen, Gefährlichkeit ders. I 263.  
 Bleivergiftungen durch Geschosse I 263, 268.  
 Blicklähmung I 439.  
 Blut für Arbeit und Ernährung II 476.  
 — Einverleibung fremden II 49.  
 — hyperinotisches, Einspritzung bei Enzephalitis purulenta I 417.  
 — im Urin nach Querschnittsläsion des Rückenmarkes I 657.  
 Blutabfluß, Erschwerung dess. I 70.  
 Blutbahn, embolische Verschleppung von Geschossen I 261.  
 Blutdruck, Verringerung dess. I 70.  
 Bluterguß und Gelenkinfektion II 345.  
 Blutersatz I 76.  
 Blutgefäße der Leber, Verletzung ders. II 73.  
 — Transportfrage bei Verletzungen I 281.  
 Blutgehalt des Liquor bei Schädelverletzten I 315.  
 Blutgerinnung I 79.  
 — erhöhte I 184.  
 Blutharnen II 100.  
 Blutleere, künstliche II 444.  
 — — bei Amputationen II 643.  
 — — bei Aneurysmenoperationen II 480.  
 — — bei Nervenoperationen II 556.  
 — — bei Operationen I 142.

Blutleiter, Eröffnung durch Durarisse I 303.  
 Blutnachweis im Liquor, diagnostische Bedeutung bei Schädelsschüssen I 315.  
 Blutreinigung bei Leberschüssen II 82.  
 — bei Milzwunden II 96.  
 Blutspargung bei Amputationen II 642.  
 Blutspender zur Transfusion I 80.  
 Blutstillung, Arten ders. I 66, 70; II 437.  
 — bei Amputationen II 642.  
 — endgültige I 73.  
 — an der Hirnwunde I 349.  
 — provisorische I 70.  
 — nach Schädelsschüssen I 345.  
 Blutstrom, Absperrung dess. von der Stelle der Gefäßverletzung I 70.  
 Bluttransfusion I 78.  
 — bei anaerober Wundinfektion I 252.  
 — nach Bauchschußoperationen II 49.  
 — direkte I 82.  
 — indirekte I 82.  
 — Indikation dazu I 80.  
 — Reaktionserscheinungen I 81.  
 — Schwierigkeiten ders. I 79.  
 — Technik ders. I 81.  
 — wiederholte I 80.  
 Blutungen, arterielle I 68, 69.  
 — bei Beckenschüssen II 216.  
 — bei Darmschüssen II 39.  
 — bei Herzschüssen I 804.  
 — kapillare I 68.  
 — bei Knochentransplantation II 685.  
 — bei Leberverletzungen II 74, 75.  
 — aus Mesenterial- und Netzgefäßen II 18.  
 — bei Milzschüssen II 93.  
 — bei Nierenschüssen II 105, 106, 107.  
 — bei Oberschenkelsschüssen II 221, 222, 224, 228.  
 — nach Schädelsschüssen I 345.  
 — sekundäre septische I 500.  
 — bei Skorbut I 177.  
 — spontanes Stehen ders. I 69.  
 — bei Unterschenkelsschüssen II 308.  
 — venöse I 68.  
 — durch Verwundung I 66.  
 Blutungstodesfälle II 288.  
 Blutunterwühlung als Infektionsweg I 174.  
 Blutverlust, absolute Größe dess. I 69.  
 Bomben, Wirkung ders. I 19.  
 Borchgrevinksche Extensionsschienen II 172.  
 Borkenbildung I 161, 196.  
 Borsäure I 153.  
 Brand nach Unterbindung II 442.  
 Braunsche Leerschneide II 272, 323.  
 — — Böhlers Modifikation ders. II 273.  
 — Tabletten I 60.  
 Brechreiz bei Darmschüssen II 8.  
 Brei, leberwurstartiger I 354.  
 Breschetsche Venen I 346.  
 Brisement forcé II 824.  
 Bronchialfisteln nach Schußverletzungen I 763, 764.  
 Bronchitiden, postnarkotische I 55.  
 Bronchitis II 49.  
 Bruchenden, direkte Vereinigung ders. II 418.  
 Brückenersatz für Zähne I 580.  
 Brückenkallos II 196.  
 — der Mittelhandknochen II 205.  
 Brückenlappen II 700.  
 Brückenschienen II 172.  
 Brunssches Symptom I 311.  
 Brust, Umspritzungsanästhesie I 62.  
 — Verletzungen, Behandlung ders. I 707.

Brust-Bauchschuß, transdiaphragmaler I 773.  
 Brustbein, Bruch bei Fliegerabsturz I 41.  
 — Schußverletzungen I 712.  
 Brusthöhle, Mitbeteiligung bei Bauchschüssen II 40.  
 — bei Nierenschüssen II 104.  
 — Tamponade ders. I 760.  
 Brustkorb nach Verschüttung I 37.  
 Brust-Leberschüsse II 79.  
 Brust-Lungenschüsse, Infektionsfrequenz I 104.  
 Brustmarkverletzungen, Mortalität I 670.  
 Brustschüsse I 696.  
 — Folgezustände I 790.  
 — Häufigkeit I 697.  
 — Mortalität I 697.  
 — mit Todesfolge I 96.  
 — Transportfrage I 279.  
 — Typen der Verletzung I 702.  
 Brustskelett nach Verschüttung I 37.  
 Brustwand, Aufreißung I 711.  
 — — mit Verletzung der Lunge I 759.  
 — — durch Tamponade geheilt I 722.  
 Brustwandfisteln I 793.  
 Brustwand-Lungen-Zwerchfell-Leberschuß, transdiaphragmaler, Schema der Versorgung I 777.  
 Brustwandnaht I 705.  
 Brustwandschüsse I 696.  
 Brustwandverletzungen I 709.  
 — der Knochen I 711.  
 — und Lungenkontusion I 723.  
 — mit geschlossenem und offenem Pneumothorax durch Prell- und Tangentialschüsse I 716.  
 — der Weichteile I 709.  
 Brustwandzertrümmerung I 715.  
 Brustwirbelkörper, Konsumptionsherd I 675.  
 Büffelhorn zur Deckung von Schädeldefekten I 468.  
 Bügelgipsverbände II 165, 271.  
 Bulbus, Defekt mit und ohne Liddefekt II 719.  
 — Schußverletzungen, Leitungsanästhesie I 63.  
 Bursa m. bicipitis, Abszeß II 366.  
 — praepatellaris, frei transplantierte II 820.  
 — subcruralis II 291.

## C.

Carotis communis, Freilegung ders. I 629.  
 Carrell-Dakinsches Verfahren I 154.  
 Causalgie II 622.  
 Cavum peritonei, entzündlicher Erguß II 9.  
 Chininderivate, Morgenrothsche, gegen Gelenkinfektionen II 357.  
 — zur Tiefenantisepsis I 156.  
 Chipaultsche Zange I 342.  
 Chirurg und Zahnarzt I 536.  
 Chloralgaben bei Tetanus I 226.  
 Chloräthylnarkose I 49, 52.  
 Chloräthylrausch im Felde I 49, 50.  
 — und Lokalanästhesie I 52.  
 Chloroformgaben, kleine im Felde I 48.  
 Chloroformnarkose I 48.  
 Cholininjektionen bei verdicktem Narbengewebe II 214.  
 Chylusfisteln I 632.  
 Colon ascendens, Schußverletzungen II 38.  
 — pelvinum, Verletzungen dess. II 51.  
 Commotio cerebri, Abgrenzung gegen Schock I 91.  
 — — und Hirnprolaps I 457.  
 — medullae spinalis, klinisches Bild I 654.

Contrekoupverletzungen I 303.  
 Contusio cerebri I 360.  
 — medullae spinalis I 639.  
 Contusione per corrente d'aria I 27.  
 Coxa vara II 279.  
 Cramersche Leiterschiene II 251.  
 — Schiene I 135; II 166, 167.  
 — für Unterschenkelschußbrüche II 314.  
 — s. a. Kramer-Schiene.  
 Cysterna cerebello-medullaris, Liquorstauung I 357.

## D.

Dahlgrensche schneidende Knochenzange I 341.  
 Dakin-Carrell-Verfahren I 154.  
 Dakinsche Lösung I 154, 194, 254.  
 — gegen Gelenkinfektion II 357.  
 Dalisch' Prothese II 743, 744.  
 Danziger-Schiene II 249.  
 Darm, Anpressen an die innere Bauchwand nach Schußverletzungen II 36.  
 — Füllungszustand bei Verletzungen II 17.  
 — indirekte Geschosßverletzungen I 33.  
 — Kontusionsverletzungen I 34.  
 Darmbeinteller, Osteomyelitis II 55.  
 Darmfistel II 49.  
 Darmlähmung infolge Peritonitis II 25.  
 Darmprolaps, Behandlung dess. II 45.  
 Darmschüsse II 3.  
 — Abgrenzung II 24.  
 — Abhängigkeit von äußeren Verhältnissen II 19.  
 — Anamnese II 7.  
 — Aufsuchen der Wunden II 40.  
 — Behandlung II 23.  
 — — konservative II 18, 21, 26, 27.  
 — — operative II 27, 29, 31.  
 — Diagnose II 7.  
 — Differentialdiagnose II 12.  
 — Häufigkeit ders. II 5.  
 — kombinierte Verletzungen II 42.  
 — Komplikationen II 38.  
 — Mortalität II 4, 15.  
 — Nachbehandlung II 49.  
 — Operation II 29, 40.  
 — — Abschluß ders. II 47.  
 — — Anästhesie II 33.  
 — — Ausführung und anatomische Befunde II 35.  
 — — Beleuchtung II 32.  
 — — Frühfälle II 31.  
 — — Gegenindikationen II 30.  
 — — Indikationen II 29.  
 — — Schnitttrichtung II 34.  
 — — Vorbereitung II 32.  
 — — Wahl des Ortes II 31.  
 — Prognose II 14, 20.  
 — Prophylaxe II 6.  
 — Spätfolgen II 58.  
 — — operative Behandlung im Spätstadium II 61, 62.  
 — Symptome II 7.  
 — Todesursachen II 22.  
 — Untersuchung II 11.  
 — Vorlagerung der verletzten Schlinge II 41.  
 Darmsteckschüsse II 48.  
 — konservativ behandelte II 29.  
 Darmstörungen bei Rückenmarksverletzungen I 649.  
 Darmstück, Resektion eines solchen II 41.  
 Darmverletzungen, Bewertung ders. II 15.

Darmverletzungen, mehrfache II 38.  
 — reine extraperitoneale II 46.  
 — — — Prognose II 47.  
 — bei Milzschüssen II 94.  
 Darmverschluß, akuter II 22.  
 — nach Darmschüssen II 29.  
 Dauerapparate bei Lähmungen II 627.  
 Dauerkatheter bei Blasenschüssen II 124.  
 Dauerstauung I 139, 198.  
 — prophylaktische I 141.  
 Daumen, Abschuß dess. II 208.  
 — Funktionsbewertung dess. II 837.  
 — Oppositionshaltung dess. II 206.  
 — verkrüppelter Rest II 208.  
 — und Zeigefinger, sensible Bahnen II 588.  
 Daumenplastiken II 209.  
 Daumenstumpf, neuer II 209.  
 Deckel, osteoplastischer I 356.  
 Defekt pseudarthrosen II 413.  
 — im Radius II 415.  
 — der Ulna II 416.  
 Defibrinierung des Blutes I 79.  
 Deformation des Geschosses und des Zieles I 10, 11.  
 Dehnungsapparat von Morale I 569.  
 — mit Hals-Schulter-Ring I 571.  
 Dehnungsschere für Kieferbruchbehandlung I 569, 570.  
 Dekubitus nach Rückenmarksschuß I 658.  
 Desinfektionsmittel, chemische I 367; II 229.  
 D-Geschoß, französisches I 290.  
 Diabetes und Schädeltrauma I 440.  
 Diametralschüsse I 287.  
 Diaphysen, Stückbrüche ders. II 187.  
 Diaphysenschüsse II 186.  
 Diathermiebehandlung der Nervenschußschmerzen II 623, 639.  
 Dickdarm, Granatsplittersteckschuß mit Schleimhautblutung II 39.  
 Dieulafoyscher Apparat I 708.  
 Digitalkompression zur Blutstillung I 71.  
 Diphtheriebazillen in Wunden I 116, 192.  
 — latente Infektion I 205.  
 — Vernichtung ders. I 211.  
 Diploehämatom I 352.  
 Distanznäht bei Nervendefekten II 598.  
 Distraktionsklammern, Hackenbruchsche II 277, 324, 325, 326.  
 Distraktionsverband II 172.  
 Dolchmesser I 24.  
 Dollinger-Fuß II 778.  
 Doppelschatten von Fremdkörpern im Gehirn I 319.  
 Dorsalmark, Verletzungen dess. I 651.  
 Drahtleiterschienen II 166, 167.  
 — für Oberarmbrüche II 173.  
 Drahtnähte II 193.  
 Drahtschienen und Gipsverband I 190.  
 Drahtverband der Kiefer I 557.  
 Drainage der Wunde I 142, 144, 145.  
 — infizierter Wunden I 188.  
 Dränröhren, Ursache zu Nachblutungen II 438.  
 Drehgelenk für künstliche Glieder II 736.  
 Drezitz' Hebelpelottenapparat I 71.  
 Dreyerscher unterbrochener Gipszugverband II 254, 255.  
 Druckdifferenzverfahren I 706.  
 Druckschmerz bei Nervenläsionen II 509.  
 Druckverband I 72.  
 Druckwirkung, hydrodynamische I 16, 292.  
 Ductus parotideus, Epidermistransplantation II 660.



Ductus thoracicus, Schußverletzungen I 622.  
 — — Verlauf und Prognose I 633.  
 — — Topographie dess. I 623.  
 Dumdumgeschosse I 13, 295; II 187.  
 Dumdumzeichen I 17.  
 Dünndarmschüsse II 17.  
 — Tangentialschuß II 36.  
 Dünndarmserosa, seifige Beschaffenheit II 36.  
 Dünndarm, Mitverletzungen bei Blasenschüssen II 118.  
 — und Dickdarmverletzungen II 17.  
 — und Kolonverletzungen II 63.  
 Duodenum, Schußverletzungen II 17, 46.  
 Dura I 291.  
 — bei Schädelsschüssen I 302.  
 Duradefekte, Faszientransplantation II 680.  
 Duraeröffnung I 684.  
 Duralappenplastik (Payr) I 348.  
 Durarisse I 303, 357.  
 Durchfälle fiebernder Kranken I 185.  
 — septische, Behandlung ders. II 50.  
 Durchfrierungsmethode bei Nervenschußschmerzen II 623.  
 Durchleuchtung bei Steckschüssen I 265.  
 Durchschlagskraft des Projektils I 286, 289.  
 Durchschüsse I 287.  
 — durch eine oder mehrere Höhlen I 813.  
 — Infektionsgefahr I 144.  
 Durst bei Bauchschüssen II 25.

## E.

Eau de Javelle I 154.  
 — de Labarraque I 154.  
 Eigenblut, Technik der Reinfusion dess. I 82.  
 Einfallswinkel des Projektils I 289.  
 Eingriffe, kleine I 186.  
 — — bei Granatwunden I 140.  
 Einheitspatrone, metallene I 4.  
 Einheitsverband II 168.  
 Einschuß und Ausschuß bei Schädelsschüssen I 299.  
 — fehlender I 259.  
 Eintrittsöffnung, eine einzige für mehrere Steckgeschosse I 259.  
 Eintrocknung der Wunde I 161.  
 v. Eiselsbergsche Schiene II 248.  
 Eiter, Zurückhaltung dess. I 196.  
 Eiterung frischer Kriegswunden I 128.  
 — geschlossene I 116.  
 — bei latenter Infektion I 205.  
 — sekundäre, stürmisch verlaufende I 204.  
 Eiweißvermehrung im Lumbalpunktat nach Granatkontusion I 314.  
 Elektrargol I 186.  
 Elektrische Erregbarkeit II 507.  
 — — nach der Nervennaht II 589.  
 Elektrode, bipolare II 560.  
 Elektromagnete, behelfsmäßig hergestellte I 389.  
 — zur Entfernung von Granatsplittern I 274.  
 Ellbogenbeugung II 797.  
 Ellbogenankylose, knöcherne, Plastik II 667, 668, 669.  
 — nach Eiterung, Mobilisierung ders. II 834.  
 Ellbogengelenk, Aufklappung II 377.  
 — Bluterguß, konkomitierender II 184.  
 — Dislokation und Sprünge II 373.  
 — Eröffnung von hinten II 377.  
 — — von vorn II 376.  
 — Exartikulation, primäre II 375.  
 — — und willkürlich bewegter Schmuckarm II 729.

Ellenbogengelenk, Frakturen II 372.  
 — künstliches II 727.  
 — operative Mobilisierung II 831.  
 — Synostose, Mobilisierung ders. II 833.  
 — Totalempyem II 375.  
 — Transplantation II 699.  
 — Trepanation II 377.  
 Ellbogengelenkschüsse II 185.  
 — Anatomie, pathologische II 371.  
 — Ausgänge II 378.  
 — Behandlung der frischen II 374.  
 — — der infizierten II 375.  
 — Endresultate bei den geheilten II 378.  
 — infizierte II 373, 375.  
 — nichtinfizierte II 372, 374.  
 — Klinik II 372.  
 — Mortalität II 378.  
 — Nachbehandlung II 377.  
 — operative Technik II 376.  
 Ellbogenstreckung II 797, 798, 799, 800.  
 — Kramer-Schiene zur passiven Streckung und Bewegung II 803.  
 Ellenbeuge, intravenöse Kochsalzinfusion (Israels Versuch) II 462.  
 — Übersichtsbild II 540.  
 Empfindungen des abstürzenden Fliegers und Kletterers I 43.  
 — abnorme Lokalisation nach Nervennaht II 588.  
 Empfindungsstörungen nach Hirnverletzungen I 434.  
 Empyem II 346, 348, 349, 361.  
 — interlobäres II 50.  
 — — Operationsschema I 753.  
 — Spontanheilungen I 762.  
 — Thorakotomie I 750, 751, 752.  
 Empyemresthöhle, Kurve I 750.  
 — Schede-Plastik I 751, 752.  
 Endarteritis plastica II 431.  
 Endothelwucherung II 435.  
 Energie, kinetische (potentielle) des Geschosses I 287, 289.  
 Energielosigkeit, konstitutionelle II 212.  
 Energiesatz I 290.  
 Enteroanastomose und Naht II 41.  
 Entfernungszonen I 294.  
 Entlastungsprothesen I 582, 583.  
 Entlastungstrepanation, primäre I 324, 328, 332.  
 Entsplitterung I 361.  
 Enukleationen II 653.  
 Enzephalitis, fortschreitende Form I 414.  
 — und septische Meningitis I 445.  
 — traumatische I 413.  
 — — Ätiologie I 413.  
 — — Behandlung I 416.  
 — — Pathogenese I 414.  
 — — Symptome und Verlauf I 414.  
 Eosin und Höhenbesonnung bei eiternden Wunden I 252.  
 Ependymitis I 414.  
 Epidermistransplantation II 659.  
 Epigastrium, Probeschnitt bei Magen-Darm-Verletzung II 10.  
 Epilepsie I 495.  
 — operatives Vorgehen bei den Frühformen I 443.  
 — traumatische II 676.  
 Epileptische Anfälle I 440.  
 Epiphysenschüsse, distale II 197.  
 — proximale II 184.  
 Epithelaussaat II 662.  
 Epithelzysten, traumatische I 260.

Erblindung, vorübergehende nach Hirnschüssen I 438.  
 Erbrechen bei Leberverletzungen II 74.  
 — als initiales Symptom bei Oberschenkel-schußfrakturen II 292.  
 — bei Schädelsschüssen I 309.  
 Erdbakterien I 106, 107.  
 Erdschichten, Infektionskeime der oberflächlichen I 106.  
 Ernährung, schwierige bei Mundschüssen I 501.  
 Erreger ernster Gelenkinfektionen II 344.  
 Erregungszustände nach Schädelsschüssen I 334.  
 Ersatzapparate bei Lähmungen II 627.  
 Ersatzfunktionen bei motorischen Ausfallserscheinungen II 505.  
 Ersatzglieder, Normalien der Prüfstelle II 736.  
 — willkürlich bewegbare II 741.  
 Erschöpfung, chronische I 131.  
 Erschütterung, molekulare der Gewebe I 292.  
 Erschütterungslähmungen II 498.  
 Erstarrung im Wasser I 97.  
 Erstickung, innere I 81.  
 Ertrinkungstod I 97.  
 Erysipel I 112, 128.  
 — nekrotisierendes I 179.  
 — nach Oberkieferschuß I 172.  
 — bei Oberschenkelsschußfrakturen II 265.  
 — bei Schädelsschüssen I 412.  
 — sekundäres I 499.  
 — als Wundkomplikation I 178, 179.  
 v. Esmarchs Binde zur Blutstillung I 71.  
 — — Ersatzmittel dafür I 72.  
 — Holzschiene II 249.  
 Eupin I 157.  
 Exartikulationen, Technik ders. II 641, 652.  
 Exophthalmus, pulsierender I 347.  
 Explosivgeschosse I 14.  
 Explosivwirkung I 30, 294.  
 — Erklärung ders. I 15.  
 Extension neugebildeter Gelenke II 822.  
 — durch Sitzlage II 272.  
 — direkte Methode II 171.  
 Extensionsschiene für Oberarmbrüche II 172.  
 Extensionsverband auf Braunscher Schiene II 322, 323.  
 — und Gipsverband kombiniert II 271.  
 — für Hand und Vorderarm II 194.  
 — für Unterkiefer I 561, 562, 564.  
 — — nach treppenförmiger Osteotomie I 575, 576.  
 Extensionsvorrichtungen bei Handschußverletzungen II 213.  
 Extraduralanästhesie im Felde I 57.  
 Extraperitoneale Verletzungen II 44.  
 Extremitäten, schwere fortschreitende Eiterungen I 175.  
 — rechtzeitiges Fixieren der verletzten I 134.  
 — Infektionsfrequenz bei Schußverletzungen I 105.  
 — obere, Schußverletzungen II 142.  
 — — Stumpfbehandlung II 651.  
 — Umspritzungsanästhesie I 63.  
 — untere, Amputationsmethoden II 648.  
 — — Prothesen ders. II 756.  
 — nach Verschüttung I 37.  
 Exzisionen, ausgiebige I 142.

## F.

Fachärzte für Frakturbehandlung II 169.  
 Facies auricularis, Infektionsgefahr II 219.  
 Fäkalgeruch, Beseitigung durch Tierkohle II 55.  
 Faradisation gelähmter Gebiete II 639, 640.

Farbstoffbehandlung I 160.  
 — bei Gelenkinfektion II 357.  
 Faszien als Interpositionsmaterial II 819.  
 Faszienbeutelbildung am Gelenkkörper II 819.  
 Fasziendeckung I 370.  
 Fasziennappen, gestielte II 705.  
 Fasziennaphegmone, progrediente, bei Oberschenkelsschußfrakturen II 265.  
 Faszientransplantation, freie I 369; II 680.  
 Faustschlußschiene nach LANIEWSKI II 804.  
 Faustschlußstellung II 206.  
 — Beeinträchtigung der II 210.  
 Fazialiskrampf I 510.  
 Fazialislähmung I 510.  
 — Faszientransplantation II 680.  
 — gestielte Lappenplastik II 703.  
 Fazialisverletzung I 509.  
 Feldgeschütze, Mündungsgeschwindigkeit ders. I 22.  
 Feldlazarette, Wundversorgung darin I 148.  
 Femur, Schußfrakturen II 240, 393.  
 Femurkopffrakturen II 278.  
 Fernschüsse I 286.  
 Fettembolie I 43.  
 — Therapie ders. I 94.  
 Fett-Fasziennappen II 677.  
 Fettgewebe, parenchymatöse Trübung dess. I 125.  
 Fettgewebsnekrose im Bauchfett II 91.  
 Fettgewebstransplantation II 663.  
 — bei Gelenkmobilisierung II 819.  
 Fettgewebsumscheidung II 675.  
 — nach Neurolyse II 569.  
 Fibula zur freien Knochentransplantation II 193.  
 Fieber bei Kniegelenkschüssen II 393.  
 Finger, Abschuß ganzer und Glieder II 208.  
 — Funktionsstörungen II 210.  
 — Hautlappenplastik II 701.  
 — Lochschüsse II 208.  
 — und Mittelhandknochenschüsse II 206.  
 — Schiefstellung einzelner II 210.  
 — Schußbrüche ders. II 207.  
 — — des Grundgliedes II 207.  
 — Streckung von Beugekontrakturen II 803.  
 — Umpflanzung ganzer Glieder mit Gelenken II 209.  
 — Verkürzung, scheinbare II 204, 206.  
 — Versteifung in Streckstellung II 211.  
 — — nachträgliche II 210.  
 Fingerbeugeschnen, Vereinigung ders. II 810.  
 Fingerbeugung, Kuckensbergs Handschuh II 803.  
 Fingerersatz II 706.  
 — bei erhaltenem Daumen II 726.  
 Fingergelenke, operative Mobilisierung ders. II 836.  
 — Plastik II 673, 674.  
 Fingerkontrakturen, Redressement ders. II 804.  
 — nach Verbrennung II 807.  
 — Verhütung ders. II 793.  
 Fischerklaue, passive II 734.  
 Fissurenbildung, ungewöhnlich geringe I 294.  
 Fistel, arteriovenöse II 429, 450, 460, 461, 478.  
 — Ausheilung durch Thrombose II 431.  
 — bei Knochenschüssen I 177.  
 Fixationsschiene mit Zahnersatz I 565.  
 Fixationsverband I 72; II 245.  
 — der Kiefer I 558.  
 — für Oberschenkel II 245.  
 — — — mit Zugvorrichtung II 253.  
 — und Wundverband II 252.  
 — mit Zugvorrichtung II 253.  
 Flammenwerfer I 25.  
 Flankenschüsse II 34.

Fleck, bläulicher, am Schädelknochen I 352.  
 Flexorensehnen der Hand II 203.  
 Fliegenplage I 191.  
 — als Operationshindernis II 30.  
 Fliegerbomben I 295.  
 — Fußzertrümmerung durch solche II 333.  
 — Unterschenkelverletzungen durch sie II 306, 313, 318.  
 — Wirkung ders. I 20.  
 Fliegerpfeile I 24.  
 — Darmverletzungen durch solche II 16, 38.  
 Fliegerverletzungen I 40.  
 Florschützsches Schwebbeextensionsverfahren II 274, 275.  
 Flüssigkeiten, Geräusche bei rhythmischen Strömen und Röhren II 459.  
 Flüssigkeitszufuhr bei Darmschüssen II 27, 28.  
 Foramen intervertebrale, Steckschuß I 668, 669.  
 Fraenkel-Bazillen I 238, 239.  
 Frakturen, infizierte komplizierte, offene Wundbehandlung I 196.  
 — Speziallazarette für die Behandlung II 164.  
 Frakturschüsse, Infektionsfrequenz I 103.  
 Franzische dorsale Oberschenkelblechschiene II 247.  
 Freiluftbehandlung und offene Wundbehandlung I 162.  
 Fremdkörper in der Bauchhöhle II 36.  
 — in der Blase II 128.  
 — Entfernung ders. I 285.  
 — — steckengebliebener I 258.  
 — — bei Tetanus I 230.  
 — in Gelenken II 354.  
 — Lagebestimmung I 319.  
 — metallische, Einheilen ders. I 260.  
 — — antibakterielle Wirkung ders. I 260.  
 — in Neuromen II 513.  
 Fremdkörperoperation I 319.  
 Fremdkörperpunktion I 273.  
 Fremdkörperreiz, mechanischer I 383.  
 Fremdkörperpersondierung durch das Gummirohr I 391.  
 Fremdkörpertelephon I 274, 389.  
 Fremdkörpertrepanation I 399.  
 Fremdkörperzange I 387.  
 Fremdkörperzysten I 260, 261.  
 Frühempyem, Fieberkurven I 746, 747, 748, 749, 750.  
 Frühepilepsie I 285, 332.  
 Frühfälle von Magen-, Dünn- und Dickdarmverletzungen, operative Behandlung II 31.  
 Frühjahrstetanie I 219.  
 Frühstadium I 382.  
 Früh tetanus I 217.  
 Führungsdrän I 387.  
 Führungsriemen beim künstlichen Fuß II 777.  
 Furchungsschüsse I 287.  
 Fuß, Ankylose zahlreicher Gelenke II 854.  
 — dorsoplantare Aufklappung zwecks Arthrodesen II 851, 852, 853.  
 — Ersatzbein Pirogow, Chopart und Lisfranc II 777.  
 — Granatverletzungen II 331.  
 — Schußverletzungen II 297, 329.  
 — — Behandlung II 333.  
 — — Knochenschüsse II 330.  
 Füße, künstliche, mit und ohne Gelenke II 775.  
 Fußgelenk, Ankylose, Operation II 671.  
 — Exzision II 404.  
 — künstliches II 773.  
 Fußgelenkschüsse, pathologische Anatomie II 402.  
 — Ausgänge II 406.

Fußgelenkschüsse, Behandlung und Nachbehandlung II 404, 406.  
 — Endresultate bei den geheilten II 407.  
 — infizierte II 403.  
 — — Behandlung ders. II 405.  
 — Klinik ders. II 403.  
 — operative Technik II 405.  
 — Sterblichkeit II 406.  
 Fußgerüst, Schußverletzungen I 173.  
 Fußwurzelknochen, Brüche bei Fliegerabsturz I 41.

## G.

Galea-Periostlappen-Plastik I 369.  
 Gallenabfluß bei Leberschußwunden II 75, 80.  
 Gallenblase, Kriegsverletzungen ders. II 85.  
 — Quetschungen II 86.  
 — Steckschüsse II 86.  
 Gallenbronchusfistel am Halse II 80.  
 Gallenergüsse, abgesackte II 83.  
 Gallenfistel II 80, 87.  
 Gallengänge, extrahepatische, Kriegsverletzungen ders. II 85.  
 Galvanisation gelähmter Gebiete II 639.  
 Gang, normaler II 758.  
 — schwankender, taumelnder nach Schädel-schüssen I 334.  
 Ganglion Gasseri, Anästhesie dess. I 506.  
 Gangrän als Vorläufer der Sepsis II 291.  
 Gartenerde, angebrütete I 123.  
 Gärtnerei I 689.  
 Gasabszeß I 237.  
 — des Gehirns I 427, 428.  
 Gasbildung, infektiöse I 129.  
 Gasbrand, anaerobe Keime dess. I 120, 121.  
 — bei Bauchschüssen II 50.  
 — Frequenz dess. I 106, 107, 108.  
 — des Gehirns I 427.  
 — Hautveränderung des Oberschenkels I 236.  
 — im Röntgenbild I 237, 238.  
 — sekundärer I 206.  
 — Serumbehandlung I 257.  
 Gasbranderreger I 107, 108.  
 Gase, giftige und irrespirable I 25.  
 Gasgangrän nach Lebersteckschuß II 76.  
 — nach Vorderarmschüssen II 180.  
 Gasödem am Oberschenkel II 232, 258.  
 — — Amputation II 261.  
 Gasödemserum I 101, 256; II 259.  
 Gasphlegmone I 106, 235, 237.  
 — des Fußes bei Schußverletzungen II 329.  
 — der Leber II 76.  
 — metastatische I 241.  
 — Prophylaxe ders. I 155.  
 — am Unterschenkel II 320, 321.  
 Gasvergiftungen und Wundverlauf I 184.  
 Gaumen, weicher, Schleimhautlappenplastik II 702.  
 Gaumendefekte, Knochentransplantation II 693.  
 — Plastik II 721.  
 Gaumendrahtgestell (Bruhn) I 579.  
 Gaumenverbandkappe (Schröder) I 578, 579.  
 Gazetamponade der Milzwunden II 96.  
 Gefäße, indirekte Geschößverletzungen I 31.  
 — Verletzungen durch Luftdruck I 29.  
 — nach Verschüttung I 37.  
 Gefäßgeräusche, Ursachen II 458.  
 Gefäßklemmen, Ursache zu Nachblutungen II 439.  
 Gefäßkontusionen, Symptomenbilder I 34.  
 Gefäßkrampf I 30.  
 — segmentärer II 227.  
 Gefäßligatur I 176.



- Gefäßlöcher bei arteriellen Aneurysmen II 450.  
 Gefäßnaht als Blutstillungsmittel I 75.  
 — bei septischen Nachblutungen I 203.  
 — Intimawucherung II 431.  
 Gefäßstämme, Schußverletzungen der großen I 96.  
 Gefäßtransplantation II 678.  
 — bei Aneurysmen II 465.  
 Gefäßumstechung I 75.  
 Gefäßunterbindung, Gefahren ders. II 469.  
 Gefäßverletzungen II 427.  
 — Anatomie II 427.  
 — Behandlung II 437.  
 — bei Blasenschüssen II 118.  
 — Erkennung II 437.  
 — Histologie II 427.  
 — klinische Erscheinungen II 437.  
 — Komplikationen II 446.  
 — und Nervenverletzungen II 519.  
 — Ursache II 427.  
 Gefäßwandrisse I 31.  
 Gefäßwunde, durch Geschoß tamponiert I 271.  
 — seitliche Unterbindung ders. I 74.  
 Gegeninzisionen I 144.  
 Gegenschlag I 301.  
 Gehirn, Funktionsstörungen bei Schädeldefekten I 465.  
 — Gasabszeß I 427, 428.  
 — Gasbrand I 427, 428.  
 — indirekte Geschoßverletzungen I 32.  
 — latente Infektion dess. I 366.  
 — Pneumatozele I 428.  
 — bei Schädelsschüssen I 303.  
 — nach Verschüttung I 37.  
 — Wassergehalt dess. I 292.  
 — Wundinfektion der Weichteile I 411.  
 — Zentralregion I 433.  
 — Zusammendrückbarkeit I 291.  
 Gehirnerweichung, rote und weiße I 307.  
 Gehirnhäute bei Schädelsschüssen I 302.  
 Gehirnoberfläche, Verwachsungen II 676.  
 Gehirnprolaps bei infektiöser Enzephalitis I 415.  
 Gehirnschüsse I 287.  
 — infizierte, Ruhigstellung ders. I 190.  
 — Rinnenschuß, Topographie dess. I 359.  
 — Wundverhältnisse I 366.  
 Gehörgang, äußerer, Herstellung dess. II 723.  
 Gehübungen der Prothesenträger II 786.  
 Geldstückabdrücke I 35.  
 Gelenk, intraorales künstliches I 556.  
 Gelenkchirurgie, Vuzinantisepsis I 158.  
 Gelenkdrainage I 188.  
 Gelenke, primäre Amputation oder Exartikulation II 359.  
 — Beweglichkeit ders. bei Oberschenkelschußfrakturen II 281.  
 — — Erhaltung ders. II 360.  
 — Totalvereiterung II 347.  
 — Wundbehandlung I 148.  
 — Wundinfektion, anaerobe I 245.  
 Gelenkeiterungen, offene Wundbehandlung I 196.  
 — sekundäre bei Oberschenkelschußfrakturen II 270.  
 Gelenkenden, Distraction ders. II 818.  
 — Umpflanzung ders. II 830.  
 Gelenkentzündung, putride II 347.  
 Gelenkfalzbildung nach Moskowicz II 817.  
 Gelenkflächen, Bildung neuer bei Arthroplastik II 817.  
 — — — Verhinderung direkter Verwachsung ders. II 818.  
 Gelenkinfektion, Behandlung nach Payr II 361.  
 — klinisches Bild II 347.  
 Gelenkinfektion, pathologisch-anatomisches Bild II 346.  
 — prophylaktische Bekämpfung II 355.  
 — nach Schußverletzung II 344.  
 — — — Formen II 346.  
 — Stauungsbehandlung II 360.  
 Gelenkkapsel, Exstirpation ders. II 816.  
 — Füllung mit einem Antiseptikum II 355.  
 — primärer Verschluß ders. II 355.  
 Gelenkknorpel I 156.  
 Gelenkkontrakturen, Behandlung ders. II 796.  
 — Verhütung ders. II 792.  
 Gelenkplastik mit Zwischenlagerung von Fettgewebe II 666.  
 Gelenkresektion II 359.  
 — Technik ders. II 641, 654.  
 Gelenkschüsse I 138; II 338.  
 — Behandlung II 348.  
 — — der frischen II 350.  
 — — der infizierten II 360.  
 — — konservative II 350.  
 — — operative II 354.  
 — Formen II 339.  
 — infizierte I 105; II 343.  
 — Mortalität II 343.  
 — Nachbehandlung der primär operierten II 359.  
 — Statistisches II 340.  
 Gelenkspalt, Bildung eines neuen bei Arthroplastik II 816.  
 — Diagramm I 548.  
 Gelenkspülung mit Karbolsäure I 156.  
 — prophylaktische II 356.  
 Gelenkstellung, günstigste für Nerven-naht II 563.  
 Gelenktransplantationen II 699.  
 Gelenkverletzungen, prophylaktische Stauungsbehandlung frischer II 351.  
 Gelenkwunden, progrediente Infektion I 129.  
 Gelenkzertrümmerungen, operative Behandlung II 359.  
 Geräusche, aneurysmatische II 459.  
 Germania-Arbeits- und Schmuckarm für Oberarmamputierte II 740.  
 Geruch, übler der Wunden I 155.  
 Gerüstbein II 783, 784.  
 Gesäßmuskel, anatomisches Bild nach Aufklappung dess. II 552.  
 Geschlechtsorgane, Schußverletzungen II 98, 113, 136.  
 Geschoßart bei Darmschüssen II 15.  
 — Bedeutung für die Häufigkeit der Wundinfektion I 102.  
 Geschosse, Ablenkungen vor dem Ziel I 8.  
 — Anfangsgeschwindigkeit I 5.  
 — Bestandteile ders. I 4.  
 — Dynamik ders. I 3.  
 — Einheilung ders. I 378.  
 — explosible Wirkung I 15.  
 — indirekte I 27, 31, 35.  
 — intrazerebrale I 481.  
 — als Keimträger I 108.  
 — — — sekundäre I 109.  
 — lebendige Kraft ders. I 5.  
 — matte I 300.  
 — Nutationen ders. I 6.  
 — phosphoreszierende I 14.  
 — Präzessionsbewegung ders. (konische Pendelung) I 6.  
 — Röntgenbild I 13.  
 — Rotation ders. I 5.  
 — Schwerpunktslage ders. I 6.  
 — Spontanausscheidung I 262.  
 — Stabilisierung dess. I 11.  
 — Ursachen des Steckenbleibens I 258.

Geschosse, Typen direkter und indirekter I 734.  
 — Verhalten auf dem Wege zum Ziel I 5.  
 — Wirkung ders., Allgemeines I 4.  
 — im Ziel I 14.  
 — Zusammensetzung ders. I 9, 11.  
 Geschoßdeformationen I 10, 11, 12, 292.  
 — am Oberschenkelknochen II 237.  
 Geschoßkanal als Infektionsweg I 174.  
 Geschoßspitze I 8.  
 Geschoßsplitter in Wunden I 173.  
 Geschoßteile, große, Entfernung ders. I 144.  
 Geschoßwanderung I 261.  
 — sekundäre I 296.  
 Geschwindigkeit in Sekundenmetern I 289.  
 Geschwüre, skorbutische I 177.  
 Gesicht, Leitungsanästhesie I 64.  
 — Unterpolsterung eingefallener Stellen II 664.  
 Gesichtsfeld, Kontrolle bei Schädelverletzten I 318.  
 Gesichtsnerven, Verletzungen ders. I 508.  
 Gesichtsoperationen, Allgemeines II 707.  
 — Ersatz behaarter Teile II 709.  
 — Narbenverbesserung II 708.  
 — von Verbrennungen II 709.  
 Gesichtsothopädie und Chirurgie I 513.  
 Gesichtsplastik II 700, 707.  
 Gesichtsschüsse I 285, 287, 498.  
 — frühzeitige chirurgische Behandlung I 499.  
 — Infektion I 172, 498.  
 — Narbenbehandlung I 512.  
 — Weichteilschüsse I 103.  
 — — Behandlung ders. I 502.  
 Gewalteinwirkungen, indirekte I 27.  
 Gewebe, fortschreitende Einschmelzung I 261.  
 — Sauerstoffinfiltrationen I 247.  
 — Vitalität, herabgesetzte I 176.  
 — Vuzineinwirkung I 158.  
 Gewebeschütterungen I 27, 293.  
 — molekulare I 292.  
 Gewebsreaktion bei Vuzin I 158.  
 Gewehre I 4.  
 Gewehrgranaten, Wirkung ders. I 18.  
 Gewehrscüsse, Behandlung ders. I 132.  
 — glatte, konservative Behandlung I 138.  
 — Durchschüsse, Infektionsgefahr I 144.  
 Gipslonguettenverband II 249.  
 Gipsschienen II 165.  
 Gips-Kragenschiene II 166.  
 Gipsschienenverbände II 195.  
 Gipsverband I 135; II 165, 245, 794.  
 — und Extensionsverband kombiniert II 271.  
 — Gegner dess. II 312.  
 Glandula submaxillaris, Schußverletzungen I 607.  
 — thyreoidea, Schußverletzungen I 607.  
 Glatargeschosse II 339.  
 Gleitschiene Schröders I 556.  
 Glieder, Absetzung ders. I 245.  
 — künstlicher Ersatz ders. II 724.  
 Gliederbrand II 446.  
 Gliedmaßen, Abriß großer I 96.  
 — Infektionsgefahr bei Schußverletzungen I 104.  
 — Schußverletzungen II 142.  
 — — Transportfrage I 280.  
 Glücksschüsse II 4, 18, 23, 59.  
 Glutäalgegend, Topographie rechts II 550.  
 Glutäalmuskeln, Abszesse II 325.  
 Glutaeus medius, Insuffizienz dess. II 762.  
 Glykosurie nach Schädeltrauma I 440.  
 Gnatho-Dynamometer I 585.  
 Gochtscher Bandeischusterspanverband II 249.

Goldsteinscher zerebellärer Symptomenkomplex I 355.  
 Grabenträgermodelle I 278.  
 Granaten, Wirkung ders. I 21, 22.  
 Granatkommotionsneurose I 313.  
 Granatkontusion I 31, 312.  
 Granatluftstreifschuß, Wirkung dess. I, 28.  
 Granatsplitter I 290.  
 — Durchschüsse, Infektionsgefahr I 144.  
 — Durchziehen durch unverletzte Hirnrinde I 397.  
 — Erfassung dess. I 387.  
 — Extraktion mit dem Handelektromagneten I 394.  
 — Steckschuß, Infektionstendenz I 143.  
 Granatwunden, Infektion ders. I 141.  
 — operative Behandlung I 138.  
 Granulationen, reine I 148, 156.  
 Granulationsbildung, rege I 196.  
 Granulationsblutungen aus Leberwunden II 81.  
 Grittistumpf II 396.  
 Gummidrän I 387.  
 Gummihand und Einsteckvorrichtung (Marks) II 732.  
 Gummirohr I 188.  
 — geschlitztes I 386.  
 Gummizüge, intermaxilläre I 563.  
 Gymnastik, aktive II 798.  
 — manuelle II 798.  
 — passive II 796.

## H.

Haarseilschüsse I 287.  
 Haassche Schiene, II 248.  
 Habermannsches Gelenkviereck II 772.  
 Hackenbruchsche Distractionsklammern II 324, 325, 326.  
 Hackerscher Lattenextensionsverband II 253, 254.  
 Haedkes elastische Blutsperre I 72.  
 Hakenform des Schußkanals I 296.  
 Halbmantelgeschosse, Deformationen dess. I 12.  
 Halluzinationen, optische I 438.  
 Hals, Ansicht der unteren Partie I 624.  
 — — seitlich und von vorn mit Projektion der Organe auf die Haut I 600, 601.  
 — Längsschnitt I 617.  
 — Leitungsanästhesie I 64.  
 — Querschnitt, schematischer I 607.  
 — topographische Übersicht I 602.  
 — Umspritzungsanästhesie I 62.  
 — nach Verschüttung I 37.  
 Halsarterien, Schußverletzungen I 622.  
 Halsdreieck, seitliches I 627, 628.  
 Halsmarksschüsse, Prognose I 670.  
 Halsmuskeln, Ansicht der tiefen I 623.  
 Halsnerven, Schußverletzungen I 633.  
 Halspappschienenverband I 606.  
 Halsschüsse I 599.  
 — Allgemeines I 599.  
 — Anatomie und Abgrenzung I 599.  
 — ohne Beteiligung wichtiger Organe I 636.  
 — Fixierung vor dem Transport I 279.  
 — Prognose I 606.  
 — Statistik I 603.  
 — Symptomatik I 604.  
 — Therapie I 605.  
 — mit Todesfolge I 96.  
 — Untersuchungsmethodik I 604.  
 — — autoskopische Tempi I 604.  
 — Verlauf I 606.  
 — Weichteilschüsse I 103.

- Halsvenen, Schußverletzungen I 622.  
 Hämarthros bei Ellbogengelenkschüssen II 372.  
 Hämatom I 171, 173.  
 — abgekapseltes altes II 435.  
 — epidurales I 299.  
 — im rückwärtigen Fettgewebe II 39.  
 — des Penis und Skrotums nach Harnröhrenschuß II 131, 132.  
 — im retroperitonealen Spaltraum II 13.  
 — subdurales I 303.  
 — bei Vorderarmschüssen II 180.  
 Hämaturie II 100.  
 — bei Blasenschüssen II 120.  
 — bei Nierenschüssen II 105.  
 — bei Rückenmarkschüssen I 658.  
 Hämolyse, tödliche II 49.  
 Hämopneumothorax, geschlossener mit und ohne Infektion der Pleura, mit Verdrängung des Mediastinum I 753.  
 — — ohne Infektion I 735.  
 — offener mit und ohne Infektion der Pleura I 757.  
 — und Pleurainfektion ohne Verdrängungerscheinungen I 744.  
 Hämoptye bei Lungenschüssen I 729.  
 Hämorthorax I 730.  
 — nach Leberdurchschuß I 731.  
 Hand, Abreißung ders. II 198.  
 — Amputation, nachträgliche II 195.  
 — Beweglichkeit ders. II 209.  
 — Funktionsstörungen II 181, 210.  
 — dauernde Gefühlsstörungen und schmerzhaft Kontrakturstellungen II 195.  
 — des Götz von Berlichingen II 741, 742.  
 — für Grobarbeit II 751.  
 — des Kopfarbeiters II 750.  
 — künstliche II 195.  
 — — willkürlich bewegliche und Amputationsstumpf II 746, 748, 750.  
 — linke, Häufigkeit der Verletzungen II 200.  
 — Ödem der ganzen und der Finger II 203.  
 — Selbstverstümmelungen II 199.  
 — trophoneurotische Störungen II 203.  
 — Totalversteifung II 203.  
 — nachträgliche Versteifung II 210.  
 — Verwachsungen der Sehnen und Bänder II 210.  
 Handbeugung II 797.  
 Handfeuerwaffen I 4.  
 Handfläche, Beugstellung ders. II 207.  
 — vermehrte Schweißabsonderung II 211.  
 Handgelenk, Exartikulation II 382.  
 — — und willkürlich bewegter Schmuckarm II 727.  
 — operative Mobilisierung II 835.  
 — Punktion dess. II 383.  
 — behinderte Rotationsbewegung II 211.  
 — Tenodese dess. II 847.  
 — Versteifung dess. II 201.  
 — zertrümmertes, vollständig vereitertes II 381.  
 Handgelenkankylose, Operation II 673.  
 Handgelenkresektion II 201, 383.  
 — totale II 202.  
 Handgelenkschüsse, pathologische Anatomie II 379.  
 — Ausgänge II 384.  
 — Behandlung ders. II 381, 382.  
 — Endresultate bei den Geheilten II 385.  
 — Klinik ders. II 380.  
 — Mortalität II 384.  
 — Nachbehandlung II 384.  
 — operative Technik II 383.  
 Handgranatensprengstücke I 295.  
 — Wirkung ders. I 18.  
 Handknochendefekt, Knochentransplantation II 690.  
 Handmagneten I 389.  
 Handschußverletzungen II 177, 199.  
 — Durchschüsse I 173.  
 — operative Plastik II 214.  
 — Prognose II 211.  
 — Streifschüsse II 201.  
 — reine Weichteilschüsse II 200.  
 Handstreckung II 797.  
 Handverletzungen, Therapie II 212.  
 Handwurzel, Schußverletzungen II 201.  
 Harn, Abfluß durch Bauchschußkanal II 52.  
 Harnblase, Schußverletzungen II 114.  
 — — Diagnose II 122.  
 — — Symptome und Verlauf II 119.  
 — — Therapie II 123.  
 — Verletzungen, offene II 129.  
 — — subkutane II 129.  
 Harnleiterschüsse II 98, 101.  
 — Behandlung II 117.  
 — pathologische Anatomie II 102.  
 — Spätblutungen II 112.  
 Harnorgane, Schußverletzungen ders. II 98.  
 Harnröhre, Epidermistransplantation II 660.  
 — Hauttransplantation II 662.  
 — subkutane Verletzungen II 136.  
 Harnröhrenschüsse II 130.  
 — Diagnose II 133.  
 — Symptome II 131.  
 — Therapie II 133.  
 Harnverhaltung bei Harnröhrenschuß II 131.  
 Harnwege, untere, Verletzungen ders. II 113.  
 Harpunierung von Fremdkörpern I 273.  
 Haselnußholzschienen II 250.  
 Hauptnervenstämmе, Mitverletzung bei Blasenschüssen II 119.  
 Haut, Veränderung bei Gasbrand I 236, 237.  
 — Verfärbung, bronzene I 129.  
 — nach Verschüttung I 36.  
 Hautemphysem bei Lungenschüssen I 731, 732.  
 — bei Mastdarmschuß II 53.  
 — bei Bajonettstichverletzung der Trachea I 618.  
 Hautlappen zur Drainage I 189.  
 — gestielte einfache II 700.  
 — zusammengesetzte II 702.  
 Hautlappenplastik I 369.  
 Hautmuskulvenen, fortschreitende Phlebitis I 184.  
 Hautmuskelverletzungen, Behandlung bei anaerober Wundinfektion I 243, 244.  
 Hautoberfläche, Infektionskeime I 106, 108.  
 Hautränder, Emporschlagen ders. I 188.  
 Hautreize, Anwendung bei Schock I 92.  
 Hautrötung bei infizierten Schußwunden I 168.  
 Hautschmutz und Infektionsgefahr I 130.  
 Hauttransplantation II 660.  
 Heberdrainage bei Blasenschüssen II 125.  
 Heddaeusscher Gipsverband II 254.  
 Heftpflasterzug II 275.  
 Heilverlauf bei offener Wundbehandlung und Deckverband I 197.  
 Hemianopsie I 439.  
 Hemiplegie nach Rückenmarksverletzungen I 652.  
 Henle-Coenensches Kollateralzeichen II 471.  
 Herdsymptome, neurologische der Schädelverletzten I 314.  
 Hernia diaphragmatica I 771.  
 Hernienoperation, paravertebrale Leitungsanästhesie I 64.



- Herz, Geschoßembolie I 811.  
 — indirekte Geschoßverletzungen I 32.  
 — — Symptomenbilder I 34.  
 — Stichverletzungen I 814.  
 — nach Verschüttung I 37.  
 — Widerstandsfähigkeit gegen Narkotika I 47.  
 Herzbeutel, Granatsplitter darin I 788.  
 — Kriegsverletzungen I 799.  
 — — bei Brust-Leberschuß II 81.  
 — — bei Fliegerabsturz I 42.  
 — — isolierte I 804.  
 Herzbeutelrupturen I 814.  
 Herzdruck I 803, 808.  
 Herzhöhle, Geschosse in ihr I 807, 810.  
 Herzmuskel, malazische Prozesse I 806.  
 Herzoperationen I 801, 812.  
 — Indikation I 803.  
 Herzrupturen I 814.  
 Herzschüsse, Nebenverletzungen I 804.  
 — Streifschüsse I 806.  
 Herzverletzungen I 700, 799.  
 — bei Bauchschiessen II 40.  
 — nichtpenetrierende I 67.  
 — penetrierende I 67.  
 Herzwandsteckschüsse I 807.  
 — Passieren des Herzzinnern I 809.  
 Hessingscher Schienenhülsenapparat II 637, 638.  
 Hildebrandsche Pectoralisplastik II 704.  
 Hirnabszesse I 412.  
 — Ätiologie I 417.  
 — Behandlung I 421.  
 — Drainage I 422.  
 — im Frühstadium I 417.  
 — Pathogenese I 418.  
 — und Prolaps I 457.  
 — und septische Meningitis I 445.  
 — späte I 472, 473.  
 — Symptomatologie I 419.  
 — Tamponernewerung I 189.  
 — Ventrikeleröffnung I 423.  
 Hirnaustritt I 327.  
 Hirndiagnostik, topische I 430.  
 Hirndruck I 285, 320.  
 — akuter I 310.  
 — artefizieller I 346.  
 — entlastende Eingriffe I 328, 375.  
 — kompensierter I 317, 325.  
 Hirnerscheinungen, lokale des frischen Schädel-  
 schusses I 336.  
 Hirnerschütterung I 285.  
 — Heilungsprozeß I 413.  
 — und Schädelchuß I 308.  
 Hirnfremdkörperzange I 400.  
 Hirngebiete, stumme I 431.  
 Hirnhäute, weiche I 303.  
 Hirnhautentzündung, eitrige I 444.  
 Hirninfektionsvorbeuge I 358.  
 Hirnlappen, Zertrümmerung ganzer I 306.  
 Hirnnerven, Fernschädigungen ders. I 34.  
 — Schußverletzungen I 633.  
 Hirnödeme I 320.  
 — akutes traumatisches I 322.  
 Hirnphysiologie I 430.  
 Hirnpressung I 310.  
 Hirnpunktion, Neissersche I 475.  
 Hirnschußkanal, Verfolgung dess. I 387.  
 Hirnanschwellung I 320.  
 Hirnsteckschüsse I 287, 377.  
 — alte I 472.  
 — Dynamik ders. I 378.  
 — Röntgenlichtoperation I 399.  
 — Sondierung ders. I 386.  
 Hirnverletzungen, frische, Komplikationen ders.  
 I 410.  
 — Infektion und ihre Folgen I 410.  
 — Wundinfektion der Weichteile I 411.  
 Hirnvorfall I 456.  
 — Behandlung I 459.  
 — Pathogenese I 456.  
 — Symptomatologie I 457.  
 — mechanische Verhütung I 369.  
 Hirnwunde, Aufschließung ders. I 364.  
 — Behandlung I 358.  
 — Blutstillung an ders. I 349.  
 — Exsudation ders. I 172.  
 — Faszienbedeckung ders. I 368.  
 — Keimgehalt ders. I 366.  
 — primäre schwere Infektion I 366.  
 — Sekundärinfektion I 365.  
 Hirnzysten I 488, 491, 492.  
 Hitzeschädigungen der Wunden I 125.  
 Hochlagerung bei Blutungen I 70.  
 Hoden, Abriß bei Fliegerabsturz I 41.  
 — Leitungsanästhesie bei Schußverletzungen I  
 65.  
 Hodensack, Schußverletzungen II 138.  
 — anderweitige Verletzungen II 141.  
 Hodenschüsse II 139.  
 Hoefftmannsche Fußplatte II 774.  
 Hofmeistersche Aufschwemmung des Nerven II  
 562.  
 Höhensonne, künstliche, bei Tetanus I 229.  
 Hohlhand, Hautlappenplastik II 701.  
 Hohlorganschüsse, Schema I 603.  
 Hohlräume, physiologische, mit Steckgeschossen  
 I 261.  
 Hohlspitzenbeschüsse I 13.  
 Holzhand mit federndem Daumen II 732.  
 Holzkreisel II 829.  
 Holzlattenverbände II 251.  
 Hospitalbrand I 127, 207.  
 Hüftgelenk, Drainage dess. II 389.  
 — künstliches II 764.  
 — Luxation, veraltete traumatische II 673.  
 — Mobilisation und Tetanusrezidiv II 815.  
 — operative Mobilisierung dess. II 838.  
 — Resektion, geheilte subtrochantere II 391.  
 Hüftgelenkankylose, Trennung des Kopfes vom  
 Becken II 839.  
 Hüftgelenkschüsse, pathologische Anatomie II  
 385.  
 — Ausgänge II 390.  
 — Behandlung ders. II 387.  
 — Diagnose II 387.  
 — Endresultat der geheilten II 390.  
 — durch Granatsplitter II 243.  
 — und Leberriß II 33.  
 — Klinik ders. II 386.  
 — Mortalität II 390.  
 — Nachbehandlung der operierten II 389.  
 — mit und ohne Nebenverletzungen II 386, 387.  
 — operative Technik II 389.  
 Hülse des Kunstbeins, zweckmäßige Ausgestal-  
 tung und Aufhängung II 780, 781, 782.  
 Hülsenbein II 783, 784.  
 Humeral II 824.  
 Humerus, Defekt-Pseudarthrose II 176.  
 — traumatische Exostose II 511.  
 — Verfalzung der Fragmente dess. II 577.  
 Humerusepiphyse und Gelenkgrenze II 157.  
 — Schußbruch II 374.  
 — Schußverletzung, ausgeheilte, mit Beteiligung  
 des Ellbogengelenks II 372.  
 — Splitterfraktur, Plastik II 668.

Humerusfraktur, Schmetterlingsbruch II 159.  
 — suprakondyläre II 186.  
 — mit Sprüngen bis ins Schultergelenk II 367.  
 Humeruspseudarthrose II 413, 414.  
 — seitlich geschiente II 423.  
 Humerusschüsse, Diaphysen- und Metaphysenschüsse II 157.  
 — Fernresultate bei Schußbrüchen II 175.  
 Hydrocephalus externus und internus I 312.  
 Hydrochinin I 157.  
 Hydrodynamische Druckwirkung der Geschosse I 16.  
 Hydronephrosen II 101.  
 Hydrops meningeus et ventricularis I 322.  
 Hygroskop des Sehnervenkopfes I 316.  
 Hyperämie I 168.  
 — bei Kriegsverletzungen I 126.  
 — therapeutische Ausnutzung ders. I 133.  
 Hyperhidrosis II 505.  
 Hyperlymphie I 195.

## I.

Ichthyolglyzerinlösung I 256.  
 Ikterus bei Gasphegmone I 238.  
 — bei Leberverletzungen II 75.  
 Immediatschienen I 557.  
 Immobilisierung des Armes II 164.  
 — des Unterkiefers zwecks Implantation eines großen Mittelstücks I 577.  
 Immobilisierungsschiene mit Pelottenträger I 572.  
 Impressionsfrakturen I 321.  
 Infanterie-Gelenkdurchschüsse I 138.  
 Infanteriegeschuß, englisches I 295.  
 — französisches I 295.  
 Infanteriegeschußverletzungen, Unterschätzung der Infektionsgefahr I 133.  
 Infanterieschußwunden, operative Heilung I 137.  
 — mit größeren Zerreißen, Behandlung I 138.  
 Infektion, verzögerter Ausbruch I 127.  
 — bei Kopfschüssen I 410.  
 — Latenzzeit ders. I 123, 382.  
 — pyogene des Oberschenkels II 262.  
 — ruhende I 204.  
 Infektionserreger, Abkapselung ders. II 670.  
 Infektionsgefahr und konservative Wundbehandlung I 136.  
 — und operative Wundbehandlung I 137.  
 Infektionsmaterial, Auskeimungszeit I 123.  
 Infusion, subkutane, von Salzlösungen I 77.  
 Inhalationsanästhesie I 339.  
 Injektion, intravenöse I 77.  
 Inkubationszeit der Infektion I 123, 146.  
 — Herabsetzung ders. durch Anbrütung und Anzüchtung der Bakterien I 131.  
 — nach Verletzung nichtbakterienhaltiger Gewebe und Organe I 129.  
 Instrumentarium für kriegschirurgische Schädeloperationen I 341.  
 Intermaxillarschiene für Oberkiefer I 581.  
 Intermediärstadium I 382.  
 — Gefahren des Eingreifens I 147.  
 Interpositionsverfahren bei Arthroplastik II 818.  
 Intima auf Intima (Naht) II 463.  
 Intimawucherung am Sackhals II 431, 432.  
 Inzisionen und Stauung I 140.  
 Ischiadikusverletzungen II 502.  
 Ischiatische Schmerzen nach Hirnverletzungen I 434.  
 Isoagglutinine I 79.  
 Isoamylhydrokuprein I 157.  
 Isoetylhydrokuprein I 157.  
 Isohämoglobine I 79.

## J.

Jacksonsche Anfälle I 333, 442.  
 Jauchung der Kriegswunden I 124, 129.  
 Jensens ringförmige Arteriennaht II 464.  
 Jochbeindefekt, Knorpeltransplantation II 697.  
 Jodieren der Umgebung der Wunde I 134.  
 Jodlösung gegen septische Prozesse II 650.  
 Jodoformgaze I 145, 153, 193.  
 Jodoformglyzerin I 256.  
 — gegen Gelenkinfektion II 357.  
 Jodtinktur I 193.  
 — gegen Gelenkinfektion II 356.  
 Juwelitplastik I 467.

## K.

Kaliumpermanganat bei anaerober Wundinfektion I 253.  
 Kalkaneus, Granatverletzungen II 330.  
 Kalottenschüsse I 287.  
 Kampferölinjektion II 28, 47.  
 Kampfmittel, ihre Wirkung auf den Körper I 3.  
 Kanülen für die Trachea I 622.  
 Kapselmobilisation nach Kroh II 398.  
 Kapselnaht, primäre II 374.  
 Kapselphlegmone II 346, 348, 349.  
 — Behandlung ders. II 362.  
 — des Ellbogengelenks II 373, 381.  
 — exsudatarne Form II 347.  
 — exsudatreiche Form II 346.  
 Karabiner I 4, 5.  
 Karbolimprägnierung, prophylaktische, der Gelenke I 156.  
 Karbolsäure I 156.  
 — Behandlung frischer Gelenkverletzungen II 356.  
 — bei Tetanus I 226.  
 Karbolschorf I 156.  
 Karotis, Blutdruck bei Reizung der Pleura I 703.  
 Kartätschen I 21.  
 Kataplasmenbehandlung bei anaerober Wundinfektion I 250.  
 Kaudaverletzungen I 651.  
 Kaudruckmessungen I 583.  
 Kehlkopf, Epidermistransplantation II 660.  
 Kehlkopfschüsse I 617.  
 — Diagnose I 617.  
 — Prognose I 620.  
 — Symptome I 617.  
 — Therapie I 619.  
 — Verlauf I 620.  
 Keilwirkung I 292.  
 Keimarten in Kriegsschußwunden I 115.  
 — anaerobe I 119.  
 Kellerklaue für Landwirte II 733, 734.  
 — modifizierte II 735.  
 Kiefer, anatomisch-funktionelle Verhältnisse I 538.  
 — Artikulations- und Gelenkstörungen I 547.  
 — Ersatz einer ganzen Hälfte mit aufsteigendem Ast I 583, 584.  
 — Gelenkschema I 586.  
 — Gelenkverbindung I 539.  
 — Knochenplastik I 518.  
 — Leitungsanästhesie I 64.  
 Kieferankylose durch Narbenkontraktur II 806.  
 Kieferast, Implantations- und Stützprothese am zertrümmerten aufsteigenden I 585.  
 Kieferbrüche, anatomisch-funktionelle Verhältnisse I 538.  
 — Bruchformen I 547.  
 — Behandlung technisch-orthopädische I 551.  
 — — zahnärztliche I 551.

- Kieferbrüche, Diagnose (klinische und röntgenologische) I 547.  
 — Einfluß der anatomischen Gelenksgestaltung auf die Erfolge I 586.  
 Kieferdefekte, Knochentransplantation II 692, 693, 694, 695.  
 — abnehmbare Prothese als Stützapparat I 581.  
 Kiefergelenk, Ankylosen dess. I 528.  
 — Arthroplastik nach totaler Ankylose II 828.  
 — operative Mobilisierung II 826, 827.  
 Kiefergelenkachsen, schematische Darstellung I 540.  
 Kiefergelenkköpfchen I 589, 591.  
 Kieferklemme I 214.  
 Kiefermuskeln, schematische Darstellung I 541.  
 Kieferprothesen I 580.  
 — mit abnehmbarem Brückenersatz I 582.  
 — mit Kugelgelenk I 584.  
 Kiefer-Pseudarthrosen I 586, 587, 590.  
 Kieferschienung I 538, 552, 554.  
 — und primäre Naht I 502.  
 Kieferschußbrüche, frische I 505.  
 — Pseudarthrosen danach I 515.  
 — — Behandlung ders. I 517.  
 Kieferschüsse I 498.  
 — frühzeitige chirurgische Behandlung I 498.  
 — Naht der Weichteile I 502.  
 — Narbenbehandlung I 512.  
 — Verband I 524.  
 — Wundverlauf, Störungen dess. I 528.  
 Kieferverletzungen, Sonderlazarette I 536.  
 — zahnärztlich-orthopädische Behandlung I 536.  
 Kinn, Ersatz aus dem Beckenkamm I 525.  
 — Hautersatz II 711.  
 — Hauttransplantation II 661.  
 — Unterpolsterung des zurückstehenden II 665.  
 Kinnaufbau II 694, 696.  
 Klavikularschüsse I 713; II 147.  
 Kleiderfetzen in Wunden I 173.  
 Kleidung, verschmutzte, Infektionsgefahr durch sie I 106, 130.  
 Kleinhirnsymptome I 440.  
 Kleinkaliberschüsse, Sprengwirkung ders. I 292.  
 Klumpfuß II 337.  
 Klumphanh II 198.  
 Knickbruch des Vorderarms II 191.  
 Kniebeugekontraktur II 796.  
 Kniebeugung II 797.  
 Kniegelenk, Amputation II 397.  
 — sekundäre Aufklappung II 397.  
 — Ankylose, Plastik II 668.  
 — — nach ausgeheiltem Empyem II 401.  
 — Bremsung, willkürliche II 771.  
 — Drainage dess. II 396, 399.  
 — Eröffnung zur Entfernung von Fremdkörpern II 398.  
 — Falzbildung zur schonenden Eröffnung II 839.  
 — Fettimplantation II 842, 843.  
 — Fixierung dess. I 175.  
 — künstliches II 764.  
 — — Verlagerung seiner Achse II 769.  
 — operative Mobilisierung dess. II 839, 842.  
 — muskulöse Kontrakturen II 810.  
 — passives Strecken II 797.  
 — frische Verletzung, Operation II 670, 671.  
 — zertrümmertes II 394.  
 Kniegelenkkapsel, Verschluß ders. II 397.  
 Kniegelenkschußbrüche II 392.  
 Kniegelenkschüsse II 342.  
 — pathologische Anatomie II 390.  
 — Ausgänge II 401.  
 — Behandlung ders. II 395.  
 Kniegelenkschüsse, Durchschuß II 316, 317, 327.  
 — Endresultat bei den Geheilten II 402.  
 — Klinik ders. II 393.  
 — operative Technik II 397.  
 — Nachbehandlung der operierten II 400.  
 — Sterblichkeit II 401.  
 — mit Zertrümmerungsfraktur des Oberschenkels II 238.  
 Kniegelenksmeniskus, Fettgewebstransplantation II 666.  
 Kniegelenktasche, hintere, Drainage ders. II 399.  
 Kniescheibe, Rinnenbildung für sie und die Quadrizepssehne II 841.  
 Kniescheibenband, fiederförmige Durchtrennung dess. II 840.  
 Kniestreckung II 797.  
 — Mobilisierung der Kontrakturen II 802.  
 Knochen, Trübung nach Verwundungen I 125.  
 — Verkürzung zur Erzwingung der Nervennaht II 576.  
 — — Verfahren von Kirschner II 578.  
 — Verwachsungen benachbarter II 674.  
 Knochenbolzung II 686, 687.  
 — mittels Elfenbeinstiften II 197.  
 Knochenbrüche bei Fliegerabsturz I 41.  
 Knochendefekte I 525.  
 — des aufsteigenden Astes I 526.  
 — Vorbereitung zur Transplantation I 520.  
 Knochendefektschüsse, sekundäre II 191, 192.  
 Knochenersatz, Zeitpunkt dess. bei Kieferschüssen I 518.  
 Knochenfisteln des Fußes II 337.  
 — am Unterschenkel II 328.  
 — des Vorderarms II 188, 190.  
 Knochenkallus, zentrale Spätnekrose im neugebildeten II 190.  
 Knochenmark, Infektion im Schußbereiche I 105.  
 Knochenplastik, freie II 420, 421.  
 — gestielte II 421.  
 — bei Kieferschüssen I 518.  
 — — — freie I 520, 530.  
 — bei Vorderarmschüssen II 192.  
 Knochenplatten, Atrophie ders. II 691.  
 — — bei künstlicher Nase II 716.  
 Knochenschuppe I 521.  
 Knochenschüsse I 287.  
 — Fistelbildungen I 177.  
 — Hirn-Tangentialschüsse I 287.  
 — infizierte, Heilungsform I 180.  
 — Steckschüsse I 287.  
 — reine Tangentialschüsse I 287.  
 — Verlauf der auf den Schußbereich beschränkt bleibenden pyogenen Infektion I 170.  
 — Volltreffer I 11.  
 Knochensplitter I 292.  
 — in Muskeln I 173.  
 — bei Schädelsschüssen I 300.  
 Knochenstücke, Abknabberung ders. I 361.  
 Knochentransplantation I 520, 521, 522; II 684.  
 — freie, Gelingen ders. II 426.  
 — Resultate I 528.  
 — Schema für die Einfügung II 686.  
 — Transplantatperiost II 692.  
 — Vorbereitungstechnik II 193.  
 — bei Vorderarmschüssen II 189, 192.  
 Knochenwunden, progrediente Infektion I 129.  
 Knochenzange, Dahlgrensche schneidende I 341.  
 Knochpflochsüsse II 495.  
 Knorpeltransplantation II 696.  
 Koagulen (Kocher-Fonio) I 349.  
 Kochsalzlösungen, hypertonische I 153, 191.  
 Kochsalzspülung bei Laparotomie II 47.



- Kohlepulver I 154.  
 Kohlhardtsche Schiene mit Töpferscher Flügel-  
 schraube II 273.  
 Kollaps, Abgrenzung gegen Schock I 91.  
 Kollargol I 186.  
 Kollateralkreislauf II 471, 474.  
 Kollateralzeichen I 74; II 471, 472, 473.  
 Kolostomie II 54.  
 Kombinationskontrakturen II 806.  
 Kompressionspsychose I 313.  
 Kompression, indirekte durch Druck anderer  
 Körperteile gegen die Schlagader I 72.  
 Kompressorien zur Blutstillung I 71.  
 Kontinuitätsresektion bei Oberschenkelschuß-  
 frakturen II 267.  
 Kontrakturen, mediko-mechanische Behandlung  
 II 792, 796.  
 — operative Behandlung II 805, 806, 808, 813.  
 — neurogene II 845.  
 Konturschüsse I 351.  
 — innere I 296.  
 Kontusion des Rückenmarks I 639.  
 Kontusionsverletzungen I 27.  
 — Symptomenbilder I 34.  
 Konvexitätsschüsse I 299.  
 Kopf, behaarter, Infektionskeime dess. I 108.  
 — — Weichteilschüsse I 103.  
 Kopfhaut, Folgen brüsen Rasierens I 61.  
 Kopfkappenverband für Oberkiefer I 580.  
 Kopf-Rumpf-Gipsverband I 364.  
 Kopfschmerz nach Granatkontusion I 313.  
 Kopfschüsse I 285.  
 — mit Todesfolge I 95.  
 — Transportfrage I 278.  
 Kopfschwarte, Tangentialschüsse ders. I 172.  
 — Wundausstrich mit Tetanusbazillen I 213.  
 Kopfstauung, Biersche I 364.  
 Kopftetanus I 216.  
 Korbflechte I 689.  
 Körper, elastische und unelastische, Schuß-  
 wirkung I 15.  
 — feste und flüssige, Schußwirkung I 15.  
 Körpergegend, Infektionshöhen ders. I 103.  
 Körpergewebe, Art des verletzten und Schmerz  
 I 45.  
 Körperkreislauf, Blutungen aus Gefäßen dess.  
 I 68.  
 Körperteile, muskelreiche, Infektionen nach  
 Schußverletzungen I 173.  
 Korsakoffscher Symptomenkomplex I 313.  
 Kotabszesse II 63.  
 Kotbakterien I 131.  
 Kotfisteln II 24, 60.  
 — nach Darmschüssen II 26.  
 — spontan geschlossene II 15.  
 Kotphlegmone II 46, 54.  
 Kraftwülste II 746.  
 Krallenfingerbildung II 211.  
 Krallenhand bei Ulnarislähmung II 594, 852.  
 Kramer-Schiene zur passiven Streckung und Be-  
 wegung im Ellbogengelenk II 803.  
 Kranzverband I 363.  
 Kreuzbeinfrakturen II 219.  
 Kreuzbeingegend, ausgedehnte Phlegmonen nach  
 Dekubitusgeschwüren I 188.  
 Kreuzbeinschüsse I 638.  
 Kriechlappen II 701.  
 Kriegsaneurysmen II 442, 448.  
 — Wachsen und Schrumpfen ders. II 454.  
 Kriegschirurgie I 163.  
 Kriegsneurotiker I 40.  
 Kriegssattelnase II 697, 717.  
 Kriegsschußverletzungen, Spätfolgen I 177.  
 Kriegsschußwunden, ältere granulierende I 111.  
 — Bakteriologie eiternder I 115.  
 — Infektion, Ausgang ders. I 175.  
 — — fortschreitende pyogene I 174.  
 — — allgemeine Klinik der pyogenen I 167.  
 — Ruhigstellung infizierter I 189.  
 Kriegsverletzungen, allgemeine Folgen I 45, 47.  
 Kriegswunden, Behandlung frischer I 132.  
 — Nachbehandlung I 160.  
 Krönleinsche Schädelsschüsse I 289, 307.  
 Krücken II 785.  
 Krückenschiene für Oberarmbrüche II 172.  
 Kugelgelenk für Oberarmamputierte II 738.  
 Kugeln, matte I 309.  
 — Tanzen ders. im Herzinnern I 810.  
 Kugelsucher, elektrischer I 389.  
 Kulenkampfsche Plexusanästhesie I 65.  
 Kunstbein II 760.  
 Kunsthand II 731.  
 — nach v. Baeyer II 733.  
 Kurzstumpfprothese Radike II 737.  
 Kutislappen, epidermislose II 662.
- L.**
- Labyrinthblutung durch Fliegerbombe I 313.  
 Lagerung nach Colmers II 273, 274.  
 — gute I 136.  
 Lagerungsbrett zur Naht des Medianus und  
 Ulnaris II 557.  
 Lagerungsbügel zur Naht am Radialis II 558.  
 Lähmungen, Apparatbehandlung der häufigsten  
 II 626.  
 — dissoziierte II 498.  
 — nach Halswirbelsäulen-Streifschuß I 32.  
 — nach Hirnverletzungen I 433.  
 — hysterische und organische II 589.  
 — periphere, Charakteristika ders. II 503.  
 — radikuläre (segmentale) I 650.  
 — nach Rückenmarksverletzungen I 647.  
 — schlaffe, nach Querschnittsläsion des Rücken-  
 marks I 657.  
 Lamina cribrosa, Verletzungen durch Luftdruck  
 I 29.  
 Laminektomie, Aussichten ders. I 673, 674.  
 Landung, harte der Flieger I 40.  
 Lanesche Metallplatten II 278.  
 — Zange I 342.  
 Langescher Extensionsgehgipsverband II 253.  
 Längsblutleiter, Verletzung dess. I 347.  
 Lanzentische I 24.  
 Laparatomie bei Blutungen aus den mesenteria-  
 len Gefäßen II 44.  
 — bei Darmverletzungen II 43.  
 — bei Verletzung der großen Drüsen und Blase  
 II 43.  
 — transdiaphragmale I 775, 776.  
 Laparatomieambulanzen, fliegende II 31.  
 Lappentransplantation für das Gesicht II 708.  
 Larynx, Schußverletzungen I 617.  
 Lazarettformationen für primäre operative Be-  
 handlung der Gelenkschüsse II 358.  
 Lebendige Kraft I 289.  
 Leber, indirekte Geschoßverletzungen I 32.  
 — Kriegsverletzungen II 70.  
 — radiäre Risse II 72.  
 Leberabszeß II 76.  
 Leberblutung II 39.  
 Leberdämpfung bei Darmschüssen II 9.  
 — Verschmälerung ders. II 10.  
 Leberentzündung, akute septische II 76.  
 Lebergewebe, abgestorbenes II 83.  
 Leberhilus, Wunden in der Gegend dess. II 73.

- Leberkontusionen Symptomenbilder I 34.  
 Leber-Magen-Pankreas-Steckschuß, geheilter II 89.  
 Leber-Nierenschüsse II 79.  
 Leberprolaps in die Brusthöhle I 768, 769.  
 Leberquetschung II 74.  
 Leberschüsse, Behandlung II 81.  
 — Durchschüsse II 73, 76.  
 — Infektion des Schußkanals II 75.  
 — Infektionsgefahr I 104.  
 — glatte Schußkanäle II 72.  
 — Steckschüsse II 74, 75, 82.  
 Lebersequester II 76.  
 Leberverletzung, isolierte II 14.  
 Leberwunden, Häufigkeit der reinen II 77.  
 — Nebenverletzungen II 77.  
 — Versorgung ders. II 82.  
 Lehavresche Zange I 343.  
 Leinsamenkataplasmen bei anaerober Wundinfektion I 248, 250.  
 Leistenhernien, Schußverletzung ders. II 58.  
 Leitungsanästhesie I 63, 339.  
 — bei Gesichtsoptionen II 707.  
 — paravertebrale I 64.  
 Lendenwirbel, knöcherne Verwachsung I 647.  
 Leuchtgeschosse, chemisch-toxische Wirkungen ders. I 262.  
 Leukozyten bei Schädelverletzten I 315.  
 Leukozytenkurve I 168.  
 Leukozytenzahl im Blute I 385.  
 Lichtsinn, Kontrolle bei Schädelverletzten I 318.  
 Lidbindehaut, Schleimhauttransplantation II 662.  
 Lidersatz II 719.  
 Ligatur blutender Gefäße I 73.  
 Liquorausfluß I 370.  
 Liquordruck, gesteigerter nach Granatkontusion I 314.  
 — manometrische Bestimmung beim Balkenstich I 331.  
 Liquoruntersuchung bei Verdacht auf Bleischaden I 264.  
 — bei Rückenmarksverletzungen I 653.  
 — bei Schädelverletzten I 315.  
 Liquorvermehrung I 321.  
 Liquorzysten, abgesackte I 663.  
 Lochschüsse II 158.  
 — der Diaphysenknöchen II 187, 188.  
 Löfflersche Bazillen in granulierenden Wunden I 208.  
 — spezifische klinische Veränderungen durch sie I 210.  
 — Schiene II 278, 279.  
 Lokalanästhesie im Felde I 59, 339.  
 Luft in Schußwunden I 17.  
 Luftansammlungen innerhalb der Schädelhöhle I 321.  
 Luftaspiration, Vermeidung bei Injektionen I 77.  
 Luftbeströmung der Wunden bei Tetanus I 230.  
 Luftdruck bei Explosionen I 301.  
 — Verletzungen dadurch I 27.  
 Luftembolie, tödliche bei Bauchsteckschuß II 22.  
 — nach Schädelchüssen I 345, 351.  
 Lufttröhenschüsse I 617.  
 — Diagnose I 617.  
 — Prognose I 620.  
 — Symptome I 617.  
 — Therapie I 619.  
 — Verlauf I 620.  
 Luftstreifschüsse I 27.  
 Lugolsche Lösung I 363.  
 — gegen Gelenkinfektion II 356.  
 Lumbalanästhesie im Felde I 56.  
 Lumbalmark, Verletzungen dess. I 651.  
 Lumbalpunktion bei Hirndruck I 328.  
 — bei Hirnprolaps I 460.  
 — bei Meningitis I 447, 455.  
 — des Schädelverletzten I 314.  
 Luminal bei Tetanus I 226.  
 Lunge, Drän I 791, 792.  
 — indirekte Geschoßverletzungen I 32.  
 — perkutane Fixation ders. (Rehn) I 721.  
 — Narkose für Operationen I 56.  
 Lungenabszesse I 37.  
 — um Knochen splitter herum I 742, 743.  
 — nach Schußverletzung I 729.  
 Lungen-Bauchfellverletzungen, Diagnose I 771.  
 Lungengangrän nach Lungenschuß I 728.  
 — nach Steckschuß I 742.  
 Lungenhernie I 792, 793.  
 — operativer Verschuß I 793, 794, 795.  
 Lungenkontusion bei Brustwandverletzungen I 723, 724, 725, 726.  
 Lungenkreislauf, Blutungen aus Gefäßen dess. I 67.  
 Lungenrupturen bei Fliegerabsturz I 41.  
 Lungenschüsse I 696, 726.  
 — Behandlung I 738.  
 — Durchschuß I 727.  
 — Einteilung I 733.  
 — Granatsplittersteckschuß I 739.  
 — -Herzschuß I 700, 701.  
 — klinisches Bild I 728.  
 — Kombinationen I 726.  
 — Kontusionszone I 727.  
 — -Leberschuß I 766.  
 — Nebenverletzungen I 727.  
 — -Oberbauchschuß, transdiaphragmaler I 772.  
 — pathologisch-anatomische Grundlagen I 727.  
 — Röntgenuntersuchung I 733.  
 — Steckschüsse I 739.  
 — im Röntgenbild I 740, 741.  
 Lungenverletzungen II 110.  
 — mit geschlossenem Hämopneumothorax ohne Infektion und ohne Verdrängungserscheinungen I 735.  
 — — — und Infektion der Pleura ohne Verdrängungserscheinungen I 744.  
 — — — mit und ohne Infektion der Pleura mit Verdrängung des Mediastinum I 753.  
 — mit offenem Hämopneumothorax mit und ohne Infektion der Pleura I 757.  
 Lymphadenitis I 178.  
 Lymphangitis I 178.  
 Lymphfistel nach Unterschenkelschuß II 301.  
 Lymphgefäßverletzungen bei Unterschenkelschuß II 300.  
 Lymphozyten bei Schädelverletzten I 315.

## M.

- Mädchenfänger II 275.  
 Magen, indirekte Gewalteinwirkungen I 33.  
 — Kontusionsgeschwüre I 34.  
 — Prolaps dess. in die Brusthöhle I 770.  
 Magendarmtraktus, Befunde an den Läsionsstellen II 36.  
 — Prolaps in die Bauchhöhle I 767.  
 — Schußverletzungen dess. II 3.  
 Magenschüsse II 17.  
 — spontan verheilte II 16.  
 Magenspülung nach der Narkose II 49.  
 Magnesiumsulfat bei Tetanus I 227.  
 Magnetextraktion I 388.  
 — bei Hirnsteckschüssen I 285.

- Mallebrein I 256.  
 Mantelgeschosse I 4.  
 Mantelreißer I 12.  
 Manus radioflexa II 415.  
 Markphlegmone I 182.  
 Marx-Fuß II 778.  
 Maschinengewehre I 4, 5.  
 Massage zur Muskelkräftigung II 798.  
 Mastdarm, Mitverletzung bei Blasenschüssen II 118.  
 Mastdarmschüsse, Behandlung ders. II 53.  
 — Diagnose II 52.  
 — Prognose II 52.  
 — spätere Folgen II 56.  
 — Symptome ders. II 51.  
 Mastdarmverletzungen II 50.  
 — intraperitoneale II 55.  
 Mastisol v. Oettingens I 134.  
 Mastisolstreifen I 151.  
 Mattgeschosse II 157.  
 Mechanik der Schädelchußverletzung I 286.  
 Medianuslähmung II 853.  
 — Apparate dafür II 632.  
 Mediastinalabszeß I 788.  
 Mediastinalempysem I 783, 785.  
 Mediastinalflattern I 705.  
 Mediastinalphlegmone I 788.  
 Mediastinalschüsse I 696, 780.  
 — Typen I 782.  
 Mediastinalverdrängung durch Pleuraempyem I 754, 755.  
 Mediastinitis I 787.  
 Mediastinum, Infektion I 701.  
 — Verdrängung bei geschlossenem Hämopneumothorax I 753, 754.  
 Medullarsymptome I 310.  
 Mehrladegewehre I 4.  
 Meißel, messerscharfer nach Payr I 343.  
 Meißeldiagnostik (Payr) I 354.  
 Meißeln unter Lokalanästhesie I 61.  
 Meningealblutung I 346.  
 Meningeale Veränderungen nach Rückenmarksverletzungen I 653.  
 Meningitis, septische I 444.  
 — Ätiologie I 444.  
 — Behandlung I 447.  
 — pathologische Anatomie I 445.  
 — Symptomatologie I 446.  
 — serosa acuta I 285, 320.  
 — — aseptica I 317.  
 — — chronische I 407.  
 — — circumscripta nach Erysipel I 413.  
 — — intraventricularis I 329.  
 — — traumatica I 488.  
 — — — acuta I 447.  
 — — — aseptica I 453.  
 — — — comitans I 454.  
 — — — späte, nach Hirnschüssen I 472.  
 Meningozele, posttraumatische I 661.  
 Mesenterium, teilweise Ablösung dess. II 18.  
 — Schußverletzung und Darminvagination II 35.  
 Messung, rektale I 136.  
 Metakarpophalangealgelenke, Schlottergelenkbildung II 211.  
 Metallborste einer Rekordspritzennadel als Sonde I 362.  
 Metatarsus (4.) als aufsteigender Kieferast I 527, 529, 531, 532.  
 Methylenblau I 193..  
 Methylhydrokuprein I 157.  
 Methylviolett I 160.  
 Micrococcus tetragenes I 117.  
 Mikroben, abgekapselte septogene I 128.  
 Milz, indirekte Geschößverletzungen I 32.  
 — Kriegsverletzungen ders. II 92.  
 Milzblutung II 39.  
 Milzbrandbazillen, Inkubation ders. I 122.  
 Milzprolaps II 96.  
 — in die Brusthöhle I 768, 769.  
 Milzruptur, subkutane II 95.  
 Milzschüsse, Infektionsgefahr I 104.  
 — Nebenverletzungen II 93, 94.  
 Milzverletzungen, Behandlung ders. II 95.  
 — isolierte II 14.  
 Minenbomben I 295.  
 Mischnarkose I 48.  
 Mitella, Versteifung durch dies. II 384.  
 Mittel, blutstillende II 446.  
 Mittelfellraum, Nervenverletzungen I 786.  
 Mittelfuß, Schußverletzung II 404.  
 Mittelfußknochen, Schußbruch II 336.  
 Mittelhand, Verletzungen der Gelenkköpfchen II 206.  
 Mittelhandfinger II 214.  
 Mittelhandknochenschüsse II 203, 204, 205.  
 — kombinierte II 202.  
 — Steckschuß II 203.  
 Monoinfektionen von Schußwunden I 115.  
 Monokelkryptoskop I 275, 399.  
 Morgenrothsche Chininderivate gegen Gelenkinfektion II 357.  
 Morphinum vor Chloräthylrausch I 51.  
 — bei Darmschüssen II 28.  
 — zur Schmerzlinderung I 46.  
 — bei Tetanus I 226.  
 Morphinum-Chloroformäther-Mischnarkose I 55.  
 Motilität, Wiederkehr nach der Nervennaht II 586.  
 Motorische Funktionen, Wiederherstellung II 507.  
 Mundboden, Knochenspanne dess. I 548.  
 Mundbodenhalsschüsse I 131.  
 Mundhöhle, Epidermistransplantation I 514; II 660.  
 Mundplastik II 711.  
 Mundschnitte, Transportfrage I 279.  
 Mundspalte, Dehnungsapparat I 570.  
 — Erweiterung ders. II 711.  
 Mundspülungen bei Kieferschüssen I 504.  
 Mündungsgeschwindigkeit der Geschosse I 289.  
 Mundwinkel, Verlagerung dess. II 711.  
 Musculus deltoideus, Lähmung dess., Muskeltransplantation II 704, 705, 706.  
 Muskelapparat, operative Verlängerung II 809.  
 Muskelatrophie, Besserung als Zeichen der Funktionsrückkehr II 590.  
 Muskelfasern, degenerative Atrophie II 555.  
 Muskelfasziennäppchen, Interposition eines solchen aus dem Muskeltrizeps II 832.  
 Muskelgangrän durch Fraenkel-Bazillus I 240.  
 Muskeln, Desinsertion ders. II 537.  
 — — temporäre II 557.  
 — Durchschneidung I 187.  
 — Ersatzbewegungen II 584.  
 — Mitbewegungen II 584.  
 — Reihenfolge der Funktionswiederkehr II 586.  
 Muskelplastik mit gestielten Lappen II 703.  
 Muskelstückchen, blutstillender Einfluß kleiner I 75.  
 — freitransplantierte I 349.  
 Muskeltransplantation II 677.  
 Muskelverwachsungen II 675.  
 Muskelwunden, Fäulnisgeruch I 243.  
 Muskelzugfrakturen II 236.



Muskulatur bei Gasphlegmone I 239.  
 — Trübungen ders. nach Verwundungen I 125.  
 — nach Verschüttung I 36.  
 Myolyse II 809.  
 Myosin, Gerinnung dess. I 98.

## N.

Nachblutungen I 196.  
 — arterielle I 176.  
 — innere II 444, 445.  
 — aus Leberwunden II 81.  
 — parenchymatöse II 445.  
 — der Schußwunden II 437.  
 — septische I 199.  
 — — Behandlung I 203.  
 — Vermeidung ders. I 142.  
 Nackenschüsse I 287.  
 Nackensteifigkeit I 446.  
 Nagelexension, fortdauernde II 281.  
 — des oberen Fragments nach Plagemann II 277.  
 — Steinmannsche II 275, 276.  
 Nägelverpflanzung II 680.  
 Nagelwachstum bei Lähmungen II 506.  
 Nahschüsse I 286.  
 Naht, parasinuöse I 349.  
 — der Weichteile bei Gesichts- und Kiefer-  
 schüssen I 502.  
 Narben, Behandlung mit dem Saugglas I 513.  
 — hypertrophische keloidartige I 513.  
 — Korrektur tief eingezogener II 664.  
 — Verbesserung im Gesicht II 708.  
 Narbenbrüche II 59, 60.  
 Narbenexzision II 806.  
 Narbenkontrakturen nach Vorderarmschüssen II 181, 182.  
 Narkose, Bedeutung für die Kriegschirurgie I 55.  
 — in Feldlazaretten I 48.  
 Nase, Ersatz der ganzen II 711.  
 — — von Teildefekten II 717.  
 — — mit gleichzeitigem Defekt der Umgebung II 716.  
 — Modellierung ders. II 712.  
 Nasenflügel, Plastik II 713.  
 Nasenhöhle, Epidermistransplantation II 660.  
 — Vorbehandlung bei Plastiken II 722.  
 Nasenrücken, Plastik II 713.  
 Nasenspitze, Plastik II 713.  
 Natrium citricum I 79.  
 — nucleinicum II 25.  
 Natriumhypochlorit I 194, 195.  
 Nearthrose, Erfolge II 826.  
 Nekrose, traumatische durch Contrecoup I 304.  
 Neosalvarsaninfusion bei Skorbut I 178.  
 Nephrektomie II 109.  
 Nephritis, infektiöse, sekundäre II 107.  
 — traumatische II 101.  
 Nephrosen nach Verschüttung I 37.  
 Nerven, Aufbündelung II 619.  
 — Aufsuchen und Freilegen, allgemeine Regeln II 556.  
 — Aufschwemmung, Hofmeistersche II 562.  
 — Auslösung behufs Naht II 563.  
 — Ausweichmöglichkeit ders. II 502.  
 — Beziehungen der schußverletzten zu ihren Nachbarorganen II 516.  
 — Druckschädigung und Einschnürung II 559.  
 — Einpflanzung in den Muskel II 606.  
 — Einschaltung abgetöteten Nervenmaterials II 600.  
 — Elastizität ders. II 500.  
 — elektrische Reizung des freigelegten II 560.  
 Nerven, Fernschädigung durch Schuß II 496, 498, 559.  
 — freigelegte II 508.  
 — Funktionsrückkehr nach der Nervennaht II 580.  
 — — Ausreifungsperiode II 586, 590.  
 — — Inkubationszeit II 580, 585.  
 — — Rapidheilungen II 582.  
 — indirekte Geschößverletzungen I 31.  
 — Inzision, explorative II 562.  
 — Komotionslähmung II 559.  
 — Leitungsunterbrechung II 521, 524.  
 — — lang dauernde II 623.  
 — Löcher, schlitzförmige II 514.  
 — Narbenbildung II 558, 559.  
 — periphere, Regenerationsmöglichkeiten II 520.  
 — Scheinanastomosen II 613.  
 — Verlagerung ders. II 575.  
 — nach Verschüttung I 37.  
 — totale Zerreißung II 515.  
 Nerven-anastomosen II 584.  
 Nervenbahnen, Vorsicht bei Nerven-naht II 567.  
 Nervenbefunde und Art des Eingriffs II 559.  
 Nervendefekte, Bewertung der verschiedenen Heilmethoden II 607.  
 — gestielte Lappenplastik II 703.  
 — Tubularnaht mit gefülltem Rohre II 597.  
 — — mit leerem Rohre II 596.  
 — Überbrückung II 679.  
 — — durch Muskelstreifen II 606, 607.  
 — Verfahren dabei II 596.  
 Nervendehnung II 572.  
 — Methoden der Dauerdehnung II 573.  
 — Verfahren von Bethe II 574.  
 Nervenenden, Verschiebung gegeneinander II 515.  
 Nerven-fibrillen, Dissoziation ders. II 611.  
 Nervenkom-motio-n II 496.  
 Nervenlappenplastik II 601.  
 Nervenläsionen, partielle II 508.  
 Nerven-naht II 515, 563.  
 — Ausführung ders. II 554.  
 — Besserungseintritt, spätesten Termin dess. II 585.  
 — biologische Grundlage II 554.  
 — Blutleere, Narkose? II 555.  
 — nach v. Bruns II 566.  
 — Distanznaht II 598.  
 — Einfluß des Verletzungsalters II 592.  
 — Erfolge spät ausgeführter II 592.  
 — und Fettgewebsumscheidung II 675.  
 — vorgetauschte Funktionsrückkehr II 583.  
 — mit Haltezügeln am Epineurium II 565.  
 — Inkubationszeit der Heilung II 580.  
 — und Knochenverkürzung II 576.  
 — mit Lappchen als Haltezügel II 566.  
 — Mißerfolg, endgültiger II 585.  
 — — Ursachen dess. II 595.  
 — Nachbehandlung II 571.  
 — partielle II 570.  
 — Statistik der Erfolge II 591, 592, 594.  
 — Technik ders. II 564.  
 — Umscheidung der Nahtstelle II 568.  
 Nervenoperation, Indikation zur Wiederholung II 526.  
 Nervenp-fropfung II 603.  
 — Doppelpfropfung II 604.  
 Nervenresektion II 561, 563.  
 Nervenschock bei Leberverletzungen II 74.  
 Nervenschüsse, Frühoperation II 521.  
 — elektrotherapeutische Behandlung II 639.  
 — intermediäre Operation II 523.  
 — histologische Befunde II 519.

- Nervenschüsse, Indikationsstellung zu Operationen II 521.  
 — — Kontraindikation II 525.  
 — — Spätoperation II 523.  
 Nervenschußschmerz II 525.  
 — Behandlung dess. II 621.  
 Nervenstämme, Dehnbarkeit ders. II 500.  
 — völlige Durchtrennung II 559.  
 Nervenstruktur und Naht II 567.  
 Nervenstümpfe, Anfrischung ders. II 563.  
 Nervensystem, Reizfähigkeit dess. I 45.  
 Nerventransplantation II 598, 677.  
 — autoplastische II 600.  
 — Autotransplantation II 600.  
 — Biologische Grundlagen II 598.  
 — Heterotransplantation II 599, 602.  
 — Homotransplantation II 601.  
 — Lappenplastik II 601.  
 Nervenverletzungen, chirurgisch-anatomische Bemerkungen II 526.  
 — grob anatomische Bilder II 510.  
 — Einteilung II 494.  
 — histologische Befunde II 519.  
 — und Knochenverletzungen II 517.  
 — Komplikationen II 517, 519.  
 — Mechanik ders. II 500.  
 — bei Oberschenkelschüssen II 221, 222, 224, 227.  
 — Operationen II 521.  
 — Spätoperation II 593.  
 — Statistik II 492.  
 — Symptomatologie II 503.  
 — des Unterschenkels II 301, 319.  
 Nervenversager I 39.  
 Nervenverwachsungen II 675.  
 Nervi peronei superficialis et profundus II 553.  
 Nervus axillaris II 369.  
 — — Ergebnisse der Naht II 594.  
 — — cutaneus antibrachii dorsalis II 544.  
 — — facialis, Naht dess. I 510.  
 — — Ergebnisse der Naht II 594.  
 — — Verletzungen dess. I 509.  
 — — glossopharyngeus, Verletzungen I 511.  
 — — hypoglossus, Verletzungen I 511.  
 — — ischiadicus, Erfolge der Naht II 594.  
 — — operative Freilegung II 549.  
 — — auf traumatischer Exostose des Femurs ruhend II 515.  
 — — mit Neurombildung im Peroneusgebiet II 514.  
 — — mandibularis, Leitungsanästhesie dess. I 507.  
 — — medianus, Freilegung dess. II 537, 541.  
 — — Lagerungsbrett zur Naht II 557.  
 — — Querschnittsbilder II 614.  
 — — rechter und linker Aufbau dess. II 616.  
 — — Schädigung bei Vorderarmschüssen II 180.  
 — — Verlagerung dess. II 576.  
 — — Verwachsung mit seiner Umgebung II 511.  
 — — musculocutaneus, Ergebnisse der Naht II 594.  
 — — obturatorius eines Neugeborenen II 614.  
 — — radialis, Knochensplitter im narbig veränderten II 513.  
 — — Lagerungsbügel zur Naht II 558.  
 — — plexusartiger Aufbau an der Umschlagstelle II 613.  
 — — Schußnarbe II 511.  
 — — Topographie in Achsel und Oberarm II 543.  
 — — — des Ramus superficialis und profundus II 545.  
 — — — Verlagerung dess. II 575.  
 — — — Verletzungen dess. II 542.  
 — — — Verwachsungen mit dem Humerus II 512.  
 — — tibialis II 552.  
 — — trigeminus, Verletzungen dess. I 510.  
 Nervus ulnaris II 548.  
 — — Freilegung II 549.  
 — — Lagerungsbrett zur Naht II 557.  
 — — Verlagerung dess. II 575.  
 — — Schädigung durch Verschüttung I 39.  
 — — — bei Vorderarmschüssen II 179.  
 Netz, eingeschlossene Geschosse II 59.  
 — älterer Schrapnellkugelsteckschuß II 49.  
 Netzprolaps, typischer I 772.  
 — Behandlung dess. II 45.  
 Netzstücke zur Fettgewebstransplantation II 677.  
 Neurasthenie, durch Steckgeschosse verursacht I 262, 269.  
 — nach Verschüttung I 39.  
 Neuritis II 622.  
 — optica I 316.  
 Neurolyse II 609, 675.  
 — äußere II 610.  
 — innere II 611.  
 — — partielle II 615.  
 — bei Nervenschußschmerz II 623.  
 Neurom, exzentrisches II 511.  
 Neurombildung II 520.  
 — — und Neurolyse II 619.  
 Neurose, traumatische I 313.  
 Neurotisation, muskuläre II 606.  
 Neurotropismus II 599.  
 Niere, traumatische Aneurysmen II 484.  
 Nierenbecken, Schußverletzungen II 103.  
 Nierenblutung II 39.  
 — klinische Erscheinungen II 100.  
 Nierengefäße, Schußverletzungen II 103.  
 Nierengegend, äußere Zeichen der Gewalteinwirkung II 100.  
 Niereninfektion II 106.  
 Nierenkontusion II 103.  
 — — Symptomenbilder I 34.  
 Nierenoperationen, paravertebrale Leitungsanästhesie I 64.  
 Nierenschüsse II 98, 101.  
 — Behandlung ders. II 108.  
 — Diagnose II 107.  
 — Prognose II 108.  
 — Infektionsgefahr I 104.  
 — Komplikationen II 109.  
 — pathologische Anatomie II 102.  
 — Symptome und Verlauf II 104, 107.  
 — Spätblutungen II 110.  
 Nierenverletzung bei Darmschüssen II 42.  
 — durch Schnitt und Stich II 109.  
 — subkutane II 98.  
 — — Ausdehnung II 99.  
 — — Diagnose II 99.  
 — — Entstehung II 98.  
 — — Folgeerscheinungen II 101.  
 — — zystoskopische Feststellung II 100.  
 Nierenzertrümmerung II 103.  
 Notverbände, schnürnde I 134.  
 — bei Oberarmbrüchen II 171.  
 Novokain I 56.  
 — — Bikarbonatlösung I 58.  
 — — Herstellung und Injektionstechnik der Lösung I 59.  
 — — Suprareninlösung I 60.  
 Novokainvergiftungen im Felde I 59, 60, 177.  
 Nutationen des Geschosses I 6.

## O.

- Oberarm, passives Heben II 800.  
 — Pseudarthrosenheilungen II 176.  
 — Spiralbrüche I 35.  
 — Stellungswechsel dess. II 170.

Oberarmamputierte, Spitzys „sensible Prothese“ II 737.  
 Oberarmbandage (Radike) für Arbeitsarme II 739.  
 Oberarmbrüche, Abduktionsstellung II 170.  
 — Transportschiene II 795.  
 Oberarm pseudarthrose, Plexusanästhesie I 65.  
 Oberarmschüsse II 142, 152.  
 — Diagnose und Verlauf II 160.  
 — Weichteilschüsse II 154.  
 — — Prognose und Verlauf ders. II 155.  
 Oberarmschußfrakturen II 156.  
 — Behandlung II 163.  
 — Infektion ders. II 161, 162.  
 — Mortalität II 160, 162.  
 Oberarmstümpfe, willkürlich bewegter Schmuckarm II 729.  
 Oberbauch, subkutane Quetschungen II 92.  
 Oberkiefer, schematische Begrenzungslinie typischer Frakturbezirke I 546.  
 — Verbände dess. I 578.  
 — zahnloser I 577.  
 Oberkieferverletzungen, Plastik II 720.  
 Oberlippendefekt, Ersatz II 709, 710.  
 Oberschenkel, Abduzieren II 800.  
 — doppelamputierte II 787.  
 — Fissuren II 234, 236.  
 — Gasödem II 258, 259.  
 — Gefäßverletzungen II 259.  
 — Knochentransplantation zur Verlängerung II 687.  
 — Muskelverletzung durch Splitter II 241.  
 — Pseudarthrosen II 283.  
 — pyogene Infektionen II 262.  
 — Sepsis II 262.  
 — Überstrecken dess. II 800.  
 — Umschnürung bei Bauchschußoperationen II 33.  
 Oberschenkelfrakturen II 235.  
 — Kalottenbruch mit Eröffnung des Kniegelenkes II 237.  
 — Transportschienen II 795.  
 — Zertrümmerungsfrakturen II 238.  
 Oberschenkelknochen, Deformationen der Geschosse II 237.  
 — Lochschüsse II 234, 235.  
 — Rinnenschuß II 233.  
 — Steckschüsse II 235, 258, 259.  
 — Weichteilverletzungen durch Splitter II 240.  
 Oberschenkelprothesen, Erfolge II 788.  
 Oberschenkelnschienen, präformierte II 246, 247, 258.  
 Oberschenkelnschüsse II 216.  
 — Abtransport II 256, 261.  
 — Amputation, primäre II 228.  
 — Eiterungen mit Komplikationen II 225.  
 — Fieber II 263.  
 — Geschoßextraktionen II 221, 222, 231.  
 — Heilungsverlauf II 221, 222, 231.  
 — Knochenschüsse II 233.  
 — — Art der Knochen- und Weichteilverletzungen II 234.  
 — — Transport und Verbände II 244.  
 — — Verlauf, Behandlung und Ausgang II 256.  
 — Nervenverletzungen II 243.  
 — Transporttemperatur II 263.  
 — Verblutungen II 242.  
 — Wunddesinfektion, primäre chirurgische II 224.  
 — Wundnaht, primäre und sekundäre nach der Exzision II 229, 230.  
 — Weichteilschüsse II 219.  
 — — durch Granatsplitter II 222.

Oberschenkelnschüsse, Weichteilschüsse durch Infanteriegeschosses II 220.  
 — — durch Schrapnell II 222.  
 Oberschenkelnschußfrakturen, primäre Amputation II 268, 284.  
 — Behandlung infizierter II 266, 269.  
 — Blutungstodesfälle II 288.  
 — Dislokationsgefahren II 278.  
 — Infektionsgefahr II 256, 258.  
 — — und Konsolidation II 285.  
 — geheilte mit Fisteln II 286.  
 — Mortalitätsziffern II 287.  
 — Nachblutungen II 270.  
 — Sepsiskurven II 263, 264, 265, 266, 267.  
 — subtrochantere II 241.  
 — Todesfälle durch Schock II 289.  
 — — an Sepsis II 290.  
 — Wiederherstellungen, endgültige II 283.  
 Oberschenkelnschüsse, Verblutung nach innen II 289.  
 Oberstsche Anästhesie I 65.  
 Obliteratio pericardii I 803.  
 Ödem, bullöses I 322.  
 — der Hand II 203.  
 — längsgestelltes I 174.  
 Ödembazillus I 239, 240.  
 Offene Wundbehandlung bei Gesichts- und Kieferschüssen I 504.  
 Offenhalten der infizierten Wunden I 188.  
 Ohr, Verletzungen durch Luftdruck I 29.  
 Ohrmuscheldefekte, Plastik II 722.  
 Ohrplastik II 722.  
 Ohrschüsse I 287.  
 Okklusivverband, aseptischer I 344.  
 Olekranon, isolierter Schußbruch II 184.  
 Operationen in Blutleere I 142.  
 — plastische in der Kriegschirurgie II 658.  
 — röntgenoskopische I 274.  
 Operationsfeld, aseptische Vorbereitung I 360.  
 Operationskryptoskop I 275.  
 Operationsschock II 289.  
 Opium bei Darmschüssen II 25.  
 Optimaspritzen, Braunsche I 60.  
 Optochin I 157.  
 Orbitaschüsse I 287.  
 Organist mit Oberarmprothese II 754.  
 Organtransplantationen II 700.  
 Organverwachsungen II 676.  
 Orthopädische Behandlung der Hand- und Finger versteifungen II 210.  
 Ösophagotomie I 615.  
 Ösophagusschüsse I 613.  
 — Diagnose I 614.  
 — Prognose I 616.  
 — Symptome I 614.  
 — Therapie I 614.  
 — Verlauf I 616.  
 Osteomyelitis II 47, 265.  
 — nach Schußverletzungen I 180.  
 — der Schädelknochen I 411.  
 — sekundäre der Skapula II 149.  
 — der Wirbelsäule I 659.  
 Osteoplastische Nachoperationen II 198.

## P.

Panarthrit II 397.  
 Pandysche Methode I 315.  
 Pankreas, indirekte Geschoßverletzungen I 33.  
 — Kriegsverletzungen dess. II 88.  
 Pankreasabszeß, sekundärer II 91.  
 Pankreasnekrose nach Verschüttung I 37.  
 Pankreasschuß, isolierter II 42.



- Pankreatitis, akute II 92.  
 Pappschienenverbände II 249.  
 Parotis, pulsierende Hämatome I 507.  
 Parotististel I 507.  
 Passowscher Vierkant I 346.  
 Patellabrüche II 398.  
 Pectoralis major, Desinsertion dess. II 537.  
 Pendelapparate zur Verhütung von Versteifungen II 799, 800.  
 Pendeltisch nach Engelhard II 802.  
 Pendelung des Geschosses I 6.  
 — konische I 6.  
 Penis, vollständige Enthäutung (Schindung) II 137.  
 — Schußverletzungen II 136.  
 — — ohne Verletzung der Harnröhre II 136, 137.  
 — — Steckschüsse II 137.  
 — anderweitige Verletzungen II 138.  
 Penisteil der Harnröhre, Schußverletzung II 134.  
 Pepsinumschläge bei verdicktem Narbengewebe II 214.  
 Perikarditis im Anschluß an Kriegsverletzungen I 815.  
 Perilymphangitis vascularis I 178.  
 Periost, frei transplantiertes zum Interpositionsverfahren II 819.  
 — Schonung des erhaltengebliebenen II 418.  
 Periostknochen, den Periosttaschen im Kiefer eingefügt I 522, 524.  
 — Plastik I 369.  
 — gestielte Stücke II 703.  
 Peristaltik, Anregung ders. II 49.  
 Peritoneum, kleinste Verletzungen II 52.  
 — Mitverletzung bei Blasenschüssen II 118.  
 Peritonitis nach Bauchschüssen II 22.  
 — gallige II 87.  
 — durch Gasbazillen I 241.  
 — durch Geschoßinfektion II 63.  
 Peroneuslähmung II 499, 854.  
 — Apparatbehandlung II 635, 636.  
 — freie Faszientransplantation II 851.  
 — Knochenplastik II 851.  
 Peroneusschiene, lebende II 854.  
 Perubalsam I 194.  
 Pfählungsverletzungen der Blase II 129.  
 Pfropfneurosen I 676.  
 Phagozytiniinjektionen II 25.  
 Phalangendefekte, Knochentransplantation II 691.  
 Pharyngotomia lateralis I 613.  
 — subhyoidea I 612.  
 Pharynx, von hinten eröffnet I 610.  
 Pharynxschüsse I 610.  
 — Diagnose I 611.  
 — Prognose I 613.  
 — Symptome I 611.  
 — Therapie I 612.  
 — Verlauf I 613.  
 Phenolkampfer I 153, 156, 194.  
 — Anwendung bei Gelenkinfektionen II 356.  
 Phlebarteriektaisie II 478.  
 Phlebolith II 461.  
 Phlegmonen I 174.  
 — erstes Auftreten ders. I 129.  
 — Behandlung ders. I 187, 188.  
 — nach Artillerie- und Infanterieschüssen I 137.  
 — eitrige des Fußes II 330.  
 — progrediente I 175.  
 — bei Schädelsschüssen I 412.  
 Phlegmonenhand II 213.  
 Phrenikotomie, beiderseitige bei Zwerchfellkrampf I 231.  
 Pistolen, Wirkung ders. I 18.  
 Pix liquida I 194.  
 Plastik, gestielte II 700.  
 Plattfußeinlagen II 337, 338.  
 Pleura, Drän I 791.  
 — Infektion I 701.  
 — — und geschlossener Hämopneumothorax I 744, 753, 757.  
 — Tamponade I 704.  
 — — Schema ders. I 721, 722.  
 — Verletzung bei Milzschüssen II 94.  
 Pleuraempyem II 83.  
 — Kurve I 762.  
 Pleurahöhle, Empyem II 80.  
 Pleuraphlegmone I 717.  
 — Fieberkurve I 745.  
 Pleuraraum, Eiterungen II 50.  
 Plexus brachialis, Ergebnisse der Naht II 594.  
 — cervicalis, Verletzung sämtlicher Stämme II 535.  
 — chorioidei, Reizung ders. I 322.  
 — normale Freilegung dess. II 530, 531, 533, 536, 537.  
 — — Übersichtsbild II 529.  
 — Variationen im Aufbau dess. II 528.  
 — Verletzungen II 526.  
 — Zerreißen II 532, 535.  
 Plexusanästhesie Kulenkampfs I 65; II 555.  
 Plexuslähmung II 532, 534.  
 Plexusschüsse II 516.  
 Pneumatozelen I 428, 488.  
 — Ätiologie I 428.  
 — Behandlung I 429.  
 — Verlauf I 429.  
 Pneumonie, traumatische I 728.  
 Pneumothorax bei Lungenschüssen I 730.  
 — Formen, anatomische und physiologische Verhältnisse I 705.  
 — offener I 149, 703; II 110.  
 — — Infektion I 704.  
 — — mit Lungenverletzung, Skizzen und Typen I 758, 759, 761.  
 — — durch Naht geschlossen I 760, 761.  
 — — Schema des primären Verschlusses I 720.  
 Poliermethode der neugebildeten Gelenkkörper II 821.  
 Polschuh I 390.  
 — Einführung durch den Führungstubus I 393.  
 Polyarthrit oder Tetanus I 219.  
 Polyinfektionen von Schußwunden I 115.  
 Polyphagie bei Stirnhirnverletzungen I 431.  
 Präparate, hämostyptische I 75.  
 Prellschüsse I 287.  
 — des Schädels I 351, 353.  
 — tangentielle I 287.  
 Preßatmung I 732.  
 — typische Haltung I 717.  
 Processus alveolaris, Defekt dess. II 720.  
 — transversus, Splitterung dess. I 647.  
 Projektile, magnetempfindliche I 388.  
 — sekundäre I 296.  
 Prolaps, aseptischer I 285, 320.  
 — — gutartiger, mechanischer I 322, 327.  
 Prostata, Verletzungen ders. II 141.  
 Prostataktomie II 58.  
 Proteusbazillus I 118.  
 Prothese du pauvre II 743.  
 Prothesen, Befestigung am Stumpf II 761.  
 — der unteren Extremitäten II 756.  
 — brauchbare für die Hand II 750.  
 — kinematische II 741.

Prothesenbau, praktische Leistungen und Er-  
folge II 763.  
theoretische Aufgaben II 756.  
Prothesenträger, Ermüdung ders. II 789.  
Pseudarthrosen, Behandlung II 417.  
— Bildung I 144.  
— — Ursache ders. II 414.  
— nach Kieferschußbrüchen I 515.  
— — — Behandlung ders. I 517.  
— künstliche II 666.  
des Oberarms II 176.  
— am Oberschenkel II 283.  
Operation II 416.  
— plastische Überbrückung II 420.  
— der Schulter, Apparatbehandlung II 633.  
— nach Schußfrakturen und ihre Behandlung  
II 412.  
— Symptome II 414.  
— am Unterschenkel II 328.  
— des Vorderarms II 189.  
— beider Vorderarmknochen II 196.  
Pseudodiphtheriebazillen I 118.  
— in Kriegsschußwunden I 212.  
Pseudoschußkanäle I 43.  
Pseudozysten, peripankreatische II 91, 92.  
Psyche, Abstumpfung nach Schädelsschüssen  
I 334.  
Psychischer Zustand im Augenblick der Ver-  
wundung I 45.  
— — Einfluß dess. auf den Wundverlauf I 176.  
Psychose, delirante nach Schädelsschüssen I 334.  
Puls bei Darmschüssen II 8.  
— Verlangsamung nach Schädelsschüssen I 309.  
Pulver, entwicklungshemmende I 193.  
Pupillen, lichtstarre nach Schädelsschüssen I 310.  
Pyämie bei Oberschenkelfraktur II 262.  
Pyarthros des Hüftgelenks, Behandlung II 388.  
— des Kniegelenks II 396.  
Pyelonephritis II 56.  
Pyocyaneusinfektion bei Oberschenkelschußfrak-  
turen II 265.  
Pyoktanin I 160, 193.  
Pyonephrosen II 101.

## Q.

Quadrizepslähmung, Apparatbehandlung II 638.  
Quadrizepssehne, offene Durchtrennung II 812.  
Quarzlampenbestrahlung bei anaerober Wund-  
infektion I 250.  
Quecksilbermanometer, Bungartsches I 315.  
Quercolon, Schußverletzungen II 17.  
Querschläger I 6, 291.  
— im Ziel I 10.  
Quetschherde I 302.  
— kortikale I 303.  
Quetschung I 291.

## R.

Radialislähmung, Apparatbehandlung II 628.  
— irreparable II 846, 848.  
— durch Schuß II 511.  
— Sehnenoperation II 845, 846, 850, 851.  
Radialislinie, Dünkers II 544.  
Radialisnaht ohne Umscheidung II 570.  
Radialisschiene nach Drehmann II 628.  
— lebende (Stoffel) II 845.  
Radialisstütze nach Beckmann II 629.  
— nach Bunge II 630.  
— nach Degenhardt II 629.  
— nach Engel II 630.

Radialisstütze nach Haase II 629.  
— nach König II 629.  
— nach Langemak II 628.  
— nach Radike II 630.  
— nach Spitzzy II 629.  
— nach Stockhausen II 630.  
Radikesehe Kurzstumpfprothese II 737.  
— Oberarmbandage II 739.  
Radiokarpalgelenk, Eröffnung dess. II 383.  
Radioskopie bei Darmverletzungen II 13.  
Radioulnargelenk, versteiftes II 211, 836.  
Radius, Schußbruch II 373.  
— — typischer II 197.  
Radiusdefekt, Knochentransplantation II 688,  
689, 690.  
— Pseudarthrose II 415.  
— Überbrückung mit Tibiaspan II 424.  
Radiusepiphyse, isolierter Schußbruch der obo-  
ren II 185.  
— Schußbruchbehandlung der unteren II 197.  
Radiusköpfchen, Luxation dess. im Ellbogen-  
gelenk II 186.  
Ramus profundus N. radialis, Freilegung II 546,  
547.  
Randzone, nekrotische II 223.  
Rasieren der Umgebung der Wunde I 134.  
Rauhgeschosse II 339.  
Rauschbrand-Serum I 256.  
Rautenhirnsymptome I 310.  
Recessus axillaris, Abszeß II 366.  
— subscapularis, Abszeß II 366.  
Rechenfähigkeit I 437.  
Rechtswinkelschienen (Zuppinger) II 173.  
Redressierende Apparate und Verbände II 801.  
Rehsche Klammer II 323.  
Reizkontraktur, reflektorische II 845.  
Rekordspritzen I 60.  
Rektoskopie II 52.  
Rektum, breite Freilegung dess. II 53.  
— schmerzhaftes Narbenhernie II 56.  
Rekurrenzlähmung, Payrsche Plastik I 635.  
Relaxationsbewegung II 583.  
Rentenhunger II 212.  
Respiration bei Darmschüssen II 8.  
Retentio alvi nach Rückenmarksverletzungen I  
650.  
Retropéritonealer Raum, Verletzungen dess. I  
765.  
Revolver, Wirkung dess. I 18.  
Rhythmische Stauung, Anwendung bei Gelenk-  
verletzungen II 352.  
Richtungskreuz vor der Operation I 273.  
Riesenmagneten I 389.  
Ringdrahtschiene für Zähne I 559.  
Ringelschüsse II 340.  
Rinnenschüsse I 287.  
Rippen zur freien Knochentransplantation II 193.  
Rippensperre I 708.  
Rippenverletzungen I 711.  
Risus sardonius I 215.  
Röhrenabszesse II 347.  
Röhrendränage I 188.  
Röhrenknochendefekte, Transplantation II 686.  
Rollengewichtszug-Gymnastik II 799.  
Rommelsche Oberschenkelschiene II 253.  
Röntgenapparat bei Steckschüssen I 144.  
Röntgenrüstung des Feldheeres I 318.  
Röntgenbilder von Geschossen I 13.  
Röntgendiagnostik von Steckgeschossen I 266.  
Röntgendurchleuchtung bei Oberschenkelfrak-  
turen II 238.  
Röntgenoskopische Operation I 274.

- Röntgenschirmkontrolle I 398.  
 Röntgenuntersuchung bei Bauchhöhlensteckschüssen II 48.  
 — der Kieferbrüche I 547.  
 — bei Rückenmarksverletzungen I 677.  
 Röntgenverfahren bei Rückenmarksverletzungen I 645, 646.  
 — bei Schädelverletzung I 314, 318.  
 Rossetklaue II 734.  
 Rota-Kugelgelenk II 736.  
 Rotationsgeschwindigkeit des Infanteriegeschosses I 293.  
 Rotationslappen II 702.  
 Rücken, gekrümmter, bei intraperitonealen Verletzungen II 7.  
 — Umspritzungsanästhesie I 62.  
 Rückenmark, Durchtrennung, völlige I 29.  
 — extramedulläre Affektionen I 667.  
 — intramedulläre Affektionen I 668.  
 — indirekte Geschoßverletzungen I 32.  
 — Prellschädigungen I 639, 640.  
 — Querschnittsläsion, totale I 654.  
 — nach Verschüttung I 37.  
 Rückenmarkerschütterung I 664.  
 Rückenmarkshäute, Infektion ders. I 644.  
 Rückenmarkskompression I 662.  
 Rückenmarkslähmung bei Meningitis serosa spinalis I 455.  
 Rückenmarksschüsse I 635, 638  
 — Frühoperation I 682, 683.  
 — Infektionsfrequenz I 104.  
 — Verlauf der Schußkanäle I 643.  
 — Transportfrage I 278.  
 Rückenmarksverletzung und Bauchdeckenspannung II 14.  
 — bei Bauchschüssen II 40.  
 — Differentialdiagnose I 675.  
 — direkte I 641.  
 — Indikation zur Operation I 677, 680.  
 — Krankheitsverlauf I 654.  
 — Nachbehandlung I 686.  
 — partielle I 660.  
 — Prognose ders. I 665, 666.  
 — Schußkanal I 642.  
 — Symptomatologie I 644.  
 — Ursachen I 639.  
 — Therapie I 681.  
 — Todesursache I 673.  
 Ruhigstellung der schußverletzten Körperteile I 46.  
 — infizierter Kriegsschußwunden I 186, 189.

## S.

- Sackhals, Intimawucherung an dems. II 431, 432.  
 Sakralanästhesie im Felde I 57.  
 — hohe I 57.  
 Salvarsan bei Tetanus I 229.  
 Salzlösungen, Infusion solcher als Blutersatz I 76.  
 Samenblasen, Verletzungen ders. II 141.  
 Samenstrang, Verletzungen dess. II 141.  
 Sanitätsdienst, Organisation an der Front I 163.  
 Sanitätskompagnien und Feldlazarette I 147.  
 Sattelnase, traumatische II 697.  
 Säuberung, blutige I 360.  
 Sauerstoffüberdruckatmung I 83.  
 Saugglas mit Zinnrand (nach Bruhn) I 512.  
 Saugglocke I 375.  
 Schädel, indirekte Geschoßwirkung I 31.  
 — Umspritzungsanästhesie I 61.  
 Schädelbasisschüsse I 287.  
 — Steckschüsse I 271.  
 Schädelbasiszisternen I 291.  
 Schädeldach, Epidermistransplantation II 659.  
 — Rinnenbildung I 358.  
 Schädeldachabschüsse I 287.  
 Schädeldachschüsse I 287.  
 Schädeldefekte I 464.  
 — Autoplastik I 469, 470.  
 — Knochentransplantation II 691.  
 — plastische Deckung I 466, 467.  
 Schädel-Gehirnschüsse, Infektionsgefahr I 103.  
 — Spätfolgen I 463.  
 Schädelhöhle, Luftansammlungen in ihr I 321.  
 Schädelkappenverband I 577.  
 Schädelknochen I 298.  
 — Osteomyelitis ders. I 411.  
 Schädelkontusionen, Symptomenbilder I 34.  
 Schädelnähte, Diastase sämtlicher I 301.  
 Schädeloperationen, allgemeine Technik ders. I 338.  
 Schädelsschüsse, Allgemeinerscheinungen I 334.  
 — Ausgang I 297.  
 — Behandlung I 297.  
 — Diagnostik I 297.  
 — Diametral-(Durch-)Schüsse I 371.  
 — Einteilung I 286.  
 — frische I 285.  
 — — Anzeigen der Operationsmethoden I 405.  
 — — bakteriologische Untersuchungen I 365.  
 — — lokale Hirnerscheinungen I 336.  
 — — komplikationslos geheilte I 407.  
 — — Transport I 400.  
 — — Wundbild I 337.  
 — und Hirnerschütterung I 308.  
 — Infektionsvorbeuge I 365.  
 — klinisches Bild I 286.  
 — Krönleinsche I 289, 307.  
 — Mechanik ders. I 289.  
 — pathologische Anatomie ders. I 297.  
 — Prellschüsse, Behandlung I 355.  
 — Segmentalschüsse I 371.  
 — Sitzlage ders. I 364.  
 — Steckschüsse I 286.  
 — Streifschüsse, Behandlung I 355.  
 — Tangentialschüsse I 358.  
 — unkomplizierte I 286.  
 — Verlauf I 297.  
 Schädelsschußwunde, Frühexzision I 356.  
 Schädelskelett nach Verschüttung I 37.  
 Schädeltrauma, Spätfolge dess. I 323.  
 Schädelverletzungen, Allgemeinerscheinungen I 314.  
 — geschlossene I 358.  
 — durch Luftdruck I 29.  
 — offene I 358.  
 — Untersuchung ders. I 314.  
 Scharnierschiene für Zähne I 560.  
 Schedes redressierende Schienen II 797.  
 Scheinbewegungen bei Erschlaffung von Antagonisten II 505.  
 Scheitelbeinhöcker I 299.  
 Schenkelhalsfrakturen II 278.  
 Schichtenverschiebungen I 352.  
 Schiefe Ebene in der Kieferbruchbehandlung I 556, 564.  
 Schienbein, ältere Schußwunde (eitrige Osteomyelitis) II 304.  
 Schienbeinbrüche nach Entnahme von Periostknochenstücken I 531.  
 — in Distraktionsverbänden II 327.  
 — Splitterbruch dess. II 301.  
 — Zertrümmerung dess. II 303.



- Schiene, interdentale I 560.  
 — intermaxilläre I 560.  
 — redressierende II 796, 797.  
 — mit Streckvorrichtungen II 170.  
 Schienenhülsenapparate II 197, 780.  
 — bei Arthroplastik II 823.  
 Schienenmaterial I 135.  
 Schienenverbände I 46; II 245.  
 — für Defektfrakturen des Unterkiefers I 572, 573.  
 — dentale I 552, 554.  
 — bei Handschußverletzungen II 213.  
 Schienung bei Gelenk-, Knochen- und Weichteilverletzungen I 134.  
 — bei Knochen transplantation II 687.  
 — seitliche der Knochenfragmente II 422.  
 Schilddrüse, Schußverletzungen I 607.  
 Schlafsucht nach Granatkontusion I 313.  
 Schlagadern, Indikation zur Unterbindung I 75.  
 Schleimhautlappen II 702.  
 Schleimhautnarben I 514.  
 Schleimhauttransplantation II 662.  
 Schleuderbewegung des Gehirns I 293.  
 Schlottergelenk II 185, 704, 705, 824.  
 — und Nervenlähmungen II 186.  
 Schlotterhand II 202, 211.  
 Schluckpneumonie, Vermeidung ders. I 231.  
 Schlüsselbein, Längsfraktur II 148.  
 — Schußverletzungen II 147.  
 Schmerz, Beseitigung und Verhütung dess. I 45.  
 — bei Darmverletzung II 7.  
 — diagnostische Bedeutung I 46.  
 — nach Nervenschüssen, Behandlung dess. II 621.  
 — bei Nervenverletzungen II 506.  
 Schmerzbetäubung für chirurgische Eingriffe I 46.  
 Schmerzschke Klammern II 277.  
 Schmetterlingsbruch II 305.  
 — des Humerus II 159.  
 Schmuckarm, künstlicher II 724, 725.  
 — Beweglichkeit dess. II 726.  
 — Gewicht dess. II 728.  
 Schmuckhand, reine II 731.  
 Schock, auslösende Momente I 90.  
 — bei Bauchschüssen II 33.  
 — Definition I 84.  
 — Differentialdiagnose I 91.  
 — Einteilungen I 87.  
 — Erscheinungen I 88.  
 — nach Querschnittsläsion des Rückenmarks I 655.  
 — Prophylaxe I 94.  
 — Therapie dess. I 91.  
 — Wesen dess. I 84, 85.  
 Schocktod im Wasser I 97.  
 Schönheitshand, künstliche II 732.  
 Schonungskontraktur, neurogene II 845.  
 Schorfbildung I 161.  
 Schrapnelldurchschüsse, Infektionsgefahr I 144.  
 Schrapnellfüllkugeln I 290.  
 Schrapnellkugeln, Darmverletzungen durch solche II 16.  
 — Schädelgeschüsse I 295.  
 Schrapnells, Wirkung ders. I 21, 23.  
 Schrapnellwunden, Behandlung ders. I 138, 139.  
 Schreckneurose I 313.  
 Schulter-Arm-Lähmungen, Apparate dafür II 632, 633.  
 Schulterblatt-Rippen-Verwachsung II 674.  
 — Verletzungen dess. I 244.  
 Schultergelenk, Aufklappung II 370.  
 — Drainage II 370.  
 — Eröffnung von vorn behufs Fremdkörperentfernung und Drainage II 370.  
 — Exartikulation, primäre II 368.  
 — — sekundäre II 369.  
 — und willkürlich bewegter Schmuckarm II 730.  
 — Frakturen II 364.  
 — — infizierte Komminutiv-Fr. II 366.  
 — operative Mobilisierung dess. II 829.  
 — Punktion II 370.  
 — Resektion, primäre und sekundäre II 368.  
 — Zermalmungen II 364.  
 Schultergelenkpfanne, Schußbruch II 365.  
 Schultergelenkschüsse II 151.  
 — pathologische Anatomie II 364.  
 — Ausgänge II 370.  
 — Behandlung ders. II 367.  
 — — der frischen II 367.  
 — — der infizierten II 368.  
 — Diagnose II 365.  
 — Endresultate bei den Geheilten II 371.  
 — infizierte II 366.  
 — Klinik ders. II 365.  
 — Knochenschüsse II 364.  
 — Mortalität II 370.  
 — nichtinfizierte II 365.  
 — operative Technik II 369.  
 — Prognose II 365.  
 — Weichteilschüsse II 364.  
 Schultergürtelschüsse II 142, 144.  
 — Behandlung ders. II 151.  
 — Schußbrüchen II 145, 146, 150.  
 — Weichteilschüsse II 146.  
 — Steckschüsse II 146, 147, 149.  
 Schulternackenslinie II 725.  
 Schultersteckschüsse II 149.  
 Schulterweichteilschüsse II 146.  
 Schußbrüche I 138.  
 — Behandlung ders. I 144.  
 — primär zugenähte I 150.  
 Schußkanäle I 291.  
 — hakenförmige I 378.  
 — primäre I 305.  
 — sekundäre I 293.  
 — Weite ders. I 305.  
 Schußneuralgien II 639.  
 Schußwunden, fortschreitende und örtlich bleibende Infektionen I 170.  
 Schwebeextensionsverfahren nach Florschütz II 274, 275.  
 Schweißsekretion, Anomalien ders. II 505.  
 — — bei Rückenmarksverletzungen I 649.  
 Schwielen, bindegewebige I 260.  
 — lepto- und pachymeningitische I 663.  
 Schwindel nach Granatkontusion I 313.  
 Schwirren der Aneurysmen II 458.  
 Schwungbein II 760.  
 Seegefechte, indirekte Geschoßwirkungen I 35.  
 Segmentalschüsse I 287.  
 Sehne, Rutschenlassen ders. (Vulpius) II 808.  
 Sehnendefekte, Faszientransplantation II 680.  
 — gestielte Lappenplastik II 703.  
 Sehnenersatz durch freie Faszientransplantation II 809, 810.  
 Sehnenoperation, Indikation II 525.  
 — bei Radialislähmung II 845, 846.  
 Sehnenphänomene, aufgehobene II 503.  
 Sehnenreflexe, Steigerung ders. I 647.  
 Sehnen transplantation II 682.  
 Sehnenverbindung nach Hohmann, Technik ders. II 849.

- Sehnervenverlängerung, offene plastische II 808.  
 Sehnervenverwachsungen II 675, 809.  
 Sehstärke, Kontrolle bei Schädelverletzten I 318.  
 Sehstörungen I 437.  
 Seitenstoß der Geschosse I 14, 290.  
 Sekretion der Wunden I 169.  
 Sekundärnaht I 151.  
 Sekundärprojekteile I 258.  
 Selbstdrainage I 379.  
 Selbstladepistole, Wirkung ders. I 18.  
 Semiflexionsschiene I 135.  
 Semiflexionsstellung II 271.  
 — bei Oberschenkelchußfrakturen II 277.  
 Senkungsabszesse bei Semiflexionsstellung II 271.  
 Sensibilität, epikritische II 587.  
 — protopathische II 587.  
 — Wiederkehr ders. nach der Nerven-naht II 587.  
 Sensibilitätsstörungen II 504, 507.  
 — Rückbildung II 508.  
 — bei Rückenmarksverletzungen I 648.  
 Sepsis bei Oberschenkelchüssen II 232, 262.  
 Septum cutaneum aus der Oberlippenschleimhaut II 702.  
 — Plastik dess. II 714.  
 Serratuslähmung II 854.  
 — Apparatbehandlung II 632.  
 Serumbehandlung bei der pyogenen Infektion von Kriegsschußwunden I 198.  
 S-Geschoß, deutsches I 290.  
 Sideroskopuntersuchung des Schädelverletzten I 320.  
 Siechtum nach Wundinfektion I 174.  
 Siemens-Schuckert-Arbeitsarm für Oberarmamputierte II 739.  
 Sinusblutung I 347.  
 Sinus maxillaris II 720.  
 Sitzlage nach Drüner II 272.  
 Skapula, Bewegungen ders. II 170.  
 — Frakturen I 714.  
 — sekundäre Osteomyelitis II 149.  
 — Schußbrüche ders. II 148.  
 Skelettbein II 783.  
 Skopolamin-dämmerschlaf I 56.  
 — bei Tetanus I 226.  
 Skorbutverwundung I 177.  
 Skrotalhernie II 139.  
 Skrotalschüsse II 138.  
 — Leitungsanästhesie I 65.  
 Soldatenherz I 47.  
 Sonde, akidopeirastische feinste I 362.  
 Sonnenbehandlung der Kapselphlegmone II 364.  
 — und offene Wundbehandlung I 162.  
 Spannungspneumoperitonaion II 10.  
 Spannungspneumothorax I 755.  
 — permanente Punktion I 756.  
 Spätaoplexie, traumatische I 306.  
 Späteiterungen I 207.  
 Spaten, angeschärfter I 24.  
 Späthirnsabszeß I 472.  
 Spätmeningitis I 472.  
 Spätstadium I 382.  
 Spättetanus I 206, 216.  
 Spaziergang im Bett II 49.  
 Speichelabfluß, behinderter I 507.  
 Speicheldrüsen, Verletzungen ders. I 507.  
 Schmerzbetäubung bei Gesichts- und Kieferschüssen I 505.  
 Speichelfistel I 508.  
 Speiseröhre, Hauttransplantation II 661.  
 Speiseröhrenschüsse I 131.  
 — zur Anatomie ders. I 787.  
 Speziallazarette für Frakturbehandlung II 164.  
 — für Oberschenkelchußfrakturen II 293.  
 Sphinkterkrampf I 650.  
 Spinaldiagnostik I 314.  
 Spinalpunktion bei Rückenmarksverletzungen I 653.  
 Spinnwebenhaut bei Schädelchüssen I 303.  
 Spitzfußstellung II 776.  
 — passive Dorsalflexion zur Bekämpfung ders. II 801.  
 Spitzgreifhand II 752.  
 Spitzklumpfuß, Schiene zur Verhütung dess. II 793.  
 Spitzys „sensible Prothese“ für Oberarmamputierte II 737.  
 — — — für Unterarmamputierte II 734, 735.  
 Splanchnikusgebiet, Anästhesie dess. II 33.  
 Splitterbrüche des Vorderarms II 190.  
 Splittergewichte, Hellers experimentelle Radien-tabelle I 397.  
 Splittersuche I 361.  
 Splitterungsverhältnisse bei Schädelchüssen I 359.  
 Splitterungszonen beim Infanteriegeschuß II 235.  
 Splitterwunden, operative Behandlung I 138, 139.  
 Spontanausscheidung von Geschossen I 262.  
 Spontanheilung bei Magen-Darm-Perforationen II 14.  
 Sprachstörungen I 435.  
 Sprengladungen, Luftdruckwirkung explodieren-der I 28.  
 Sprengschüsse I 287.  
 Sprengstücke der Granaten I 22, 23.  
 Sprengung, feuchte (Kocher) I 292.  
 Sprengwirkung, Erklärung ders. I 15, 291.  
 — bei Kleinkaliberschüssen I 292.  
 Sprunggelenk, oberes, Aufklappung dess. II 406.  
 — — Drainage II 405.  
 — operative Mobilisierung des oberen II 842, 844.  
 Sprunggelenkankylose, Operation II 672.  
 Stahlhelm I 297.  
 Stahlmantel I 295.  
 — -Geschosse, Deformationen ders. I 11.  
 Standardseren, Prüfung damit I 79.  
 Standbein II 760.  
 Staphylococcus citreus I 116.  
 Staphylokokken in eiternden Schußwunden I 115.  
 Stauung, prophylaktische I 139, 141.  
 — rhythmische, bei Gasphlegmone I 140, 198, 247, 249.  
 Stauungsbehandlung der Gelenkinfektion II 360.  
 — frischer Gelenkverletzungen II 351.  
 Stauungspapille I 317.  
 — bei Depressionsfrakturen I 355.  
 — flüchtige I 317.  
 Steckgeschosse, Entfernung, Indikationen dazu I 267, 270.  
 — — Operationen I 271.  
 — Lagebestimmung ders. I 380.  
 — Schicksal ders. I 259.  
 Steckschüsse, Diagnostik ders. I 264.  
 — Infektionsbeginn I 143.  
 — klinische Erscheinungen I 262.  
 — Lokalisation ders. I 258.  
 — Operationsplan I 272.  
 — Operationen unter Röntgenlicht I 319.  
 — tangentielle I 287.

Steckschußblazette I 318, 381.  
 Stehen II 758.  
 Steißbein, Entfernung dess. II 53, 55.  
 Stelzbein II 773, 785.  
 Stereoskopische Methode zur Lagebestimmung von Fremdkörpern I 319.  
 Sternum, Schußdefekte I 712, 713.  
 Stickoxyd-Sauerstoff-Überdrucknarkose I 56.  
 Stiefel, orthopädischer II 336.  
 Stiefelfrage bei Beinlähmungen II 638.  
 Stielplastik am Unterkiefer I 533, 534.  
 Stillesche Handfräse I 341.  
 Stirnhöcker I 299.  
 Stirnhöhle und Pneumatozele I 430.  
 Stirnhautlappen II 700.  
 Stirnnase II 711.  
 Stirnregion, Lokalanästhesie bei Schußverletzungen I 62.  
 Stoffe, kompressible und inkompressible I 15.  
 Stomatitis I 510.  
 Störungen, mechanische durch Steckgeschosse I 262.  
 Stoß, elastischer bei Schädelsschüssen I 309.  
 Streckbett nach Metz II 274, 276.  
 Streifschüsse I 287; II 18.  
 — des Schädels I 351.  
 — vertiefte I 358.  
 Streptococcus putridus Schottmüllers I 240.  
 Streptokokken in eiternden Schußwunden I 115.  
 Streptokokkenserum gegen pyämische Allgemeininfektion I 186.  
 Streuzuckerbehandlung I 191.  
 Strohschienenverbände II 248.  
 Strukturveränderungen I 291.  
 — feine, bei Schädelsschüssen I 306.  
 Stubenrauchscher Extensionstransportverband II 253, 255.  
 Stückbrüche der Diaphysen II 187.  
 Stuhl bei Darmschüssen II 8.  
 Stumpfdeckung II 644.  
 Stumpfschmerzen II 646.  
 Stumpfübungen der Prothesenträger II 786.  
 Stützkorsett mit Armkrücken und Beckenkorb I 688.  
 Stützprothesen für das Gesicht II 708.  
 Submaxillardrüse, Schußverletzungen I 608, 609.  
 Subokzipitalstich bei Hirndruck I 328.  
 Sudecks protrahierter Ätheraush I 50.  
 — Knochenatrophie II 286.  
 Suprakondyläre Frakturen, Lagerung II 279.  
 Suprareninämie I 61.  
 Suspensionsschiene nach Smith II 275.  
 Sympathikus, Halsstrang dess., Schußverletzungen I 633.  
 Symptomatik, neurologische bei Schädelsschüssen I 285.  
 Synostosen II 196, 674.  
 Synovia, Bedeutung für Gelenkinfektion II 344.  
 Synovitis serofibrinosa haemorrhagica II 346, 347.

## T.

Tabula externa zur Knochentransplantation II 692.  
 — interna, Sprödigkeit ders. I 298.  
 Talus, Granatsplittersteckschuß II 335.  
 — vereiterter Schußbruch II 403.  
 Tamponade, antiseptische I 193.  
 — bei Mundschüssen I 504.  
 — infizierter Wunden I 189.

Tangentialschüsse I 287.  
 Tannenberg-Arm für Oberarmamputierte II 738.  
 — -Unterarm mit passiver Pro- und Supination II 737.  
 Tastempfindung, Wiederkehr nach Nervennaht II 588.  
 Teilgeschosse, Deformationen ders. I 12.  
 Teilmantelgeschosse I 13.  
 Temperaturmessungen I 136.  
 Temperatursteigerungen bei frisch eingelieferten Verwundeten I 167.  
 Tendolyse II 809.  
 Tenodese bei Radialislähmung II 845, 846.  
 Tetanus I 106, 212.  
 — bei Bauchschüssen II 50.  
 — chirurgische Prophylaxe I 243.  
 — chronischer I 217.  
 — Dauer dess. I 218.  
 — Frühsymptome I 213.  
 — Komplikationen I 218.  
 — lateralis I 216.  
 — lokaler I 216.  
 — narkotische Therapie I 225.  
 — operative Maßnahmen I 230.  
 — Seruminjektionen I 222, 223.  
 — — Nebenerscheinungen I 224.  
 Tetanusantitoxin I 221, 222, 233.  
 — Nebenerscheinungen I 224.  
 Tetanusbazillen, latente Infektion I 205.  
 Tetanusinfektion der unteren Extremität II 306.  
 — des Fußes bei Schußverletzungen II 329.  
 Tetanusrezidiv I 217.  
 Thomassche Extensionsschiene II 254, 255.  
 — Schiene zur Semiflexion II 272.  
 Thomayersches Zeichen II 9.  
 Thorakotomie eines Empyems, Verbandschema I 750.  
 Thorax-Armverband mit Cramer-Schierie II 168.  
 — Verschuß durch Naht, Schema dess. I 719.  
 Thoraxblutungen I 700, 701.  
 Thoraxschüsse, tangentielle I 173.  
 Thoraxverletzungen, transdiaphragmale, mit Verletzungen der Bauchhöhle und des retroperitonealen Raums I 765.  
 Thoraxwandphlegmone I 173.  
 Thrombophlebitis I 170, 183.  
 — eitrige nach Unterschenkelschuß II 321.  
 Thrombose I 183.  
 Thrombusbildung im Herzen I 805, 812.  
 Thyreoidea, Schußverletzungen I 608, 609.  
 Tibia, Steckschuß II 327.  
 — Zersplitterung und Abschuß an der Gelenkfläche II 305.  
 Tibiakopf, Lochschuß mit Sprung ins Kniegelenk II 393.  
 Tibiaschußfrakturen II 305, 307, 308.  
 Tibiaspan II 193, 197.  
 — Einfalzung nach Brun II 422.  
 Tibiatransplantate II 692.  
 Tiefenantisepsis mit Chininderivaten I 156.  
 Tiefenerysipel I 180.  
 Tiefensensibilität II 587.  
 — Herabsetzung ders. I 434.  
 Tobsuchtsanfälle nach Schädelsschüssen I 335.  
 Tod auf dem Schlachtfelde I 95.  
 — durch Schock II 289.  
 — an Sepsis II 290.  
 Tonsillarabszeß I 219.  
 Totenstarre, kataleptische I 97.



Trachea, Schußverletzungen I 617.  
 — Totalplastik ders. I 620.  
 Trachealatemung bei offenem und geschlossenem Pneumothorax I 704.  
 Trachealdefektplastik nach Killian I 621.  
 Tracheoplastik nach Esser I 621.  
 Tracheotomie bei Tetanus I 231.  
 Tränensekretion, verringerte I 510.  
 Transdiaphragmale Verletzungen I 764.  
 Transdiaphragmaschüsse I 696; II 42.  
 Transplantationen, freie in der Kriegschirurgie II 658.  
 Transplantationsschiene I 574.  
 — mit Drahtbogen I 575.  
 Transport frischer Schädelchüsse I 400.  
 — bei Unterschenkelschüssen II 310.  
 Transportfähigkeit I 276.  
 Transportfrage bei Bauchschüssen II 32.  
 Transportmittel, schonende I 46.  
 Transportschienen II 795.  
 Trapeziuslähmung, Faszientransplantation II 681.  
 Trendelenburgsches Phänomen II 762.  
 Trepanation, dekompressive I 465.  
 — subtemporale entlastende I 332.  
 Trigemineuralgie I 511.  
 — Alkoholinjektion II 624.  
 Trigemineverletzung I 509.  
 Trigonum colli I 627, 628.  
 Trismus I 219.  
 Tropakokain I 56.  
 Tröpfcheneinlauf I 77.  
 Trophische Störungen bei Nervenverletzungen II 506.  
 — — Verschwinden ders. II 588.  
 — — — nach der Nervennaht II 588.  
 Trümmerschüsse II 339.  
 — Steckschüsse I 380.  
 Tuberculum majus, Schußbruch II 365.  
 Tuberkulose, aktivierte I 35.  
 Tubularnaht mit gefülltem Rohr II 597.  
 — mit leeren Röhren II 596.  
 Tumor albus pyogenes I 176.  
 Turnapparate für aktive und passive Gymnastik II 801.

## U.

Überdruckapparate I 706.  
 Übergangszone bei Gewebsnekrose durch Schädelchüsse I 305.  
 Ulcus pepticum ventriculi nach Schuß II 60.  
 Ulnadefekt, ausgedehnter II 414.  
 — Knochentransplantation II 687, 688.  
 — Pseudarthrose II 416.  
 — überbrückter II 194.  
 Ulnaepiphyse, subartikulärer Schußbruch ders. II 186.  
 Ulnapseudarthrose, auswärts gebolzte II 422.  
 Ulnaschußbruch II 373.  
 Ulnarislähmung, Ergebnisse II 594.  
 — Hilfsoperation II 681, 682.  
 — Sehnenplastik II 850, 852.  
 Ulnarisschienen II 631.  
 — nach Erlacher II 631.  
 — nach Port II 631.  
 Ulnarisstützen nach Schede II 631.  
 Umdrehungsgeschwindigkeit des Projektils I 289.  
 Umkipplappen II 701.  
 Umspritzungsanästhesie I 61.  
 Unterarm, künstlicher, mit Ellbogenscharniergelenk II 735.

Unterarmamputierte, sensible Prothese II 734 735.  
 Unterarmknochen, Pseudarthrose beider II 419.  
 Unterarmstümpfe, willkürlich bewegter Schmuckarm für mittellange II 727.  
 Unterbindung blutender Gefäße I 73.  
 — seitliche I 74.  
 — septischer Wunden II 440.  
 Unterkiefer, funktionelle Verankerung an den Oberkiefer I 565, 567.  
 — gestielte Knochenplastiken I 533.  
 — Immobilisation I 577, 578.  
 — geringe Regenerationsfähigkeit I 516.  
 — Wiederherstellung mit anatomisch falscher Stellung I 587, 588.  
 — Zertrümmerung, Röntgenaufnahme I 549.  
 — — vorgetäuschte I 550.  
 Unterkieferbruch, Dislokation der Fragmente I 542, 543, 544.  
 — typische Bruchlinien I 540.  
 — — Frakturbinden I 541.  
 Unterkieferdefekte des horizontalen und aufsteigenden Astes I 526, 528.  
 Unterkieferersatz, plastischer, Statistik I 519.  
 Unterkieferverbände I 557.  
 — funktionelle I 555.  
 — mit extraoralem Gelenk I 574.  
 Unterkieferspeicheldrüse, Durchschuß I 609.  
 Unterlid, Ektropie dess. II 719.  
 Unterlippe, Hautersatz II 711.  
 — Schleimhautentnahme zur Transplantation II 663.  
 Unterschenkel, Granatsplittverletzungen beider II 320.  
 — — vollständigskelettierter nach solchen II 321.  
 — Handgranatenverletzung II 334.  
 — Hautlappenplastik II 701.  
 — Hauttransplantation II 662.  
 — Hautschußverletzungen II 298.  
 — Knochenfisteln II 328.  
 — Weichteilwunden, Behandlung ders. II 315.  
 — — Nachbehandlung infizierter II 319.  
 Unterschenkelbruch durch Granatschuß II 322.  
 — Refrakturen II 328.  
 Unterschenkelknochenschüsse, Endergebnisse II 328.  
 — Prognose ders. II 325.  
 Unterschenkelprothesen, Erfolge II 788.  
 Unterschenkelchüsse II 297, 300.  
 — Blutungen II 300.  
 — der Knochen II 302, 321.  
 — Konsolidation, verzögerte II 327.  
 — Steckschüsse II 325.  
 — Transport II 310.  
 — Verlauf und Behandlung II 306, 308.  
 — Weichteilschüsse, Behandlung der infizierten II 319.  
 — Wundbehandlung, offene mit Dauerberieselung II 320, 321.  
 Unterschenkelchußfraktur, geheilte II 304.  
 — schlecht geheilte II 326.  
 — Typen II 309, 311, 312.  
 Ureterenzystoskop II 101.  
 Ureterschüsse, Behandlung ders. II 111.  
 Urethan bei Tetanus I 226.  
 Urin, Ausfließen bei Blasenverletzung II 120.  
 — — bei Harnleiter- und Nierenschüssen II 106.  
 — Blutbeimengungen nach Querschnittsläsion des Rückenmarks I 657.  
 Urininfiltration bei Blaseschüssen II 119, 122, 127.

Urininfiltration nach Harnröhrenschuß II 132.  
 Urinphlegmone II 119, 127.  
 — nach Harnröhrenschuß II 135.  
 Urotropin I 364.  
 Urteilslosigkeit infolge Stirnhirnverletzung I 432.

## V.

Vaguskomplex I 311.  
 Vakzinebehandlung bei der pyogenen Infektion von Kriegsschußwunden I 198.  
 Varix aneurysmaticus II 429.  
 Vasa femoralia, arteriovenöse Aneurysmen II 450, 451.  
 Vasomotorische Störungen II 505, 508.  
 — — bei Rückenmarksverletzungen I 649.  
 Vena femoralis, Unterbindung behufs chronischer Stauung II 353.  
 — poplitea, Verletzung ders. II 317.  
 — pulmonalis, Unterbindung I 737.  
 Venenästhesie im Felde I 58.  
 — Nebenwirkungen I 58.  
 Venenthrombosen I 183.  
 Venentransplantation in Arterienlücken II 465.  
 Vent de boulet I 27.  
 Ventilbildung bei Schädelsschüssen I 324.  
 Ventrikelabschlüsse I 322.  
 Ventrikelblutung I 350.  
 Ventrikeldurchschüsse I 292.  
 Ventrikeleröffnung I 338.  
 — bei Hirnabszeß I 423.  
 — primäre I 370.  
 Ventrikelfekt, primärer I 306.  
 Ventrikelpunktion bei Hirndruck I 328.  
 Ventrikelschwerde, Blutungsherde ders. I 304.  
 Verband bei anaerober Wundinfektion I 246.  
 — erster definitiver I 136.  
 — redressierender II 801.  
 Verbandpäckchen I 133.  
 Verbandstoff I 135.  
 — Ersparungen I 196.  
 Verbandwechsel I 136.  
 — Einschränkung dess. I 190.  
 Verbluten I 68, 96.  
 — bei Lungendurchschuß I 735, 736.  
 Verbrennungen bei Fliegerabsturz I 42.  
 — des Gesichts II 709.  
 — bei Nahschüssen I 10.  
 — am Unterschenkel II 302.  
 Verdursten auf dem Wasser I 97.  
 Vereisungsröhrchen nach Trendelenburg II 624.  
 Vergiftungen durch Geschosse I 262.  
 Verhungern auf dem Wasser I 97.  
 Verklebungskraft, plastische, jugendlichen Bindegewebes II 46.  
 — s. auch Wundbehandlung.  
 Verkrümmungen bei Oberschenkelschußfrakturen II 280.  
 Verkürzungen bei Oberschenkelschußfrakturen II 281.  
 Verletzte, Transport ders. I 277.  
 Verletzungschirurgie der Friedenszeit I 163.  
 Verletzungsmechanismus I 287.  
 Verschiebung innerer Organe in der Umgebung der Geschößbahnen I 31.  
 Verschüttung I 27, 36.  
 — Symptomenbild I 37.  
 Verschüttungsfolgen, Behandlung der schweren I 39.  
 — charakteristische I 36, 39.  
 Verschüttungskrankheit I 39.

Verschüttungstod I 36.  
 Verwachsungen, Verhinderung durch Fettgewebstransplantation II 666.  
 Vierschienenverband II 252.  
 Volkmann-Schiene I 135.  
 Vollmantelgeschoß I 295.  
 Vollschiße I 287.  
 Volltreffer I 23, 287.  
 — Prellschüsse I 287.  
 — Steckschüsse I 287.  
 Vorderarm, behinderte Drehbewegungen II 189, 196.  
 — Granatsplittverletzungen II 181.  
 — ischämische Muskelkontraktur II 443.  
 — Schienenverband II 183.  
 — Splitterbrüche II 190.  
 Vorderarmknochen, Pseudarthrose ders. II 196.  
 — subartikulärer Schußbruch beider II 186.  
 Vorderarmschüsse II 177.  
 — Drainage des Wundgebietes II 192.  
 — Häufigkeit II 178.  
 — Knochenschüsse II 184.  
 — Weichteilschüsse II 179.  
 — Wundbehandlung, offene II 183.  
 Vorderarmschußbrüche beider Diaphysenknochen II 194, 196.  
 Vuzinäre II 47, 229.  
 Vuzinbehandlung I 157, 194.  
 — Nachteile I 159.  
 Vuzininfiltration, wiederholte I 159.  
 Vuzintiefeninfiltration Klapps II 268.

## W.

Wachskugel zur Blutstillung I 346.  
 Wackelknie II 282.  
 Wadenbeinbruch II 307.  
 Wadenschüsse II 299.  
 — Behandlung ders. II 316.  
 — Schußkanal II 299.  
 v. Wahlsches Aneurysmazeichen II 456, 461.  
 Wallersche Degeneration II 519, 520.  
 Wände, starre, bei Wunden I 174.  
 Wanderlappen II 700.  
 Wandern der Geschosse I 261.  
 Wangen, Hautersatz II 711.  
 — Hauttransplantation II 661.  
 — quere Spaltung II 721, 722.  
 — Unterpolesterung II 664, 665.  
 Wärmeentwicklung des Geschosses I 9.  
 Wasser, Tod auf und in ihm I 97.  
 Wasserbett I 687.  
 Wassergehalt des menschlichen Gehirns I 292.  
 Wasserschüsse I 307.  
 Wasserstoffsuperoxyd I 145.  
 — in saurer Jodkaliumlösung gegen Gelenkinfektion II 357.  
 Weichteilphlegmone I 145.  
 Weichteilplastik, gestielte II 703.  
 Weichteilschüsse I 287.  
 — mit Sprengwirkung im Muskel I 17.  
 — Steckschüsse I 287.  
 — Verlauf der auf den Schußbereich beschränkt bleibenden pyogenen Infektion I 170.  
 Weichteilverletzungen, konservative Behandlung I 137.  
 Weichteilwunden bei Schädelsschüssen, Exzision ders. I 343.  
 Wertzonen der Amputationen II 760.

- Widerstände des Zieles I 9.  
 — durchschlagene I 7.  
 Widerstandsfähigkeit gegen Narkotika I 47.  
 Wiedereingefäßung intrathorakaler oder intra-abdominaler Massenblutungen I 81.  
 Wiederherstellungschirurgie II 658.  
 Wietingsches Kompressorium I 72.  
 Willensenergie bei Handverletzung II 212.  
 Wilms Hautquetsche I 72.  
 Wimpernersatz II 661, 662.  
 Windkontusionen I 27.  
 Winkel-Extensionsschiene, verstellbare (Braun) II 173, 174.  
 Wirbelkanal, Steckschuß I 679.  
 Wirbelkörper, Steckschuß I 677, 678.  
 Wirbelsäule, Umspritzungsanästhesie I 62.  
 Wirbelsäulenschüsse I 635, 711.  
 — Schockerscheinungen I 89.  
 Wirbelsäulenverletzungen, reine I 666.  
 — bei Fliegerabsturz I 41.  
 — Prognose ders. I 665, 672.  
 — nach Verschüttung I 37.  
 Wirbelschüsse I 638.  
 Witterungsverhältnisse, Einfluß auf Wundinfektion I 108.  
 Wucht des Anpralles I 289.  
 Wundabschnitte, Neuinfektion bisher reizloser I 112.  
 Wundabsonderungen, freier Abfluß I 196.  
 Wundanfrischung I 360.  
 Wundbehandlung, aktive (operative) vorbeugende I 140.  
 — antiseptische I 152.  
 — feuchte und trockene I 364.  
 — konservative, I 133.  
 — nahtlose I 142, 145.  
 — offene I 136, 141, 161.  
 — — echte I 161.  
 — — feuchte I 162.  
 — — nach eingetretener Infektion I 195.  
 — — Hauptanwendungsgebiet I 197.  
 — — bei anaerober Wundinfektion I 252.  
 — mit Verklebung I 162.  
 Wundbild des Schädelverletzten I 314.  
 Wunddesinfektion, primäre chirurgische, bei Oberschenkelschüssen II 224.  
 Wunddiphtherie I 128, 207.  
 — Fernkomplikationen I 210.  
 Wunddiphtheroid K. Brunners I 208.  
 Wunde, Anregung des Zellebens in ihr I 195.  
 — Beunruhigung ders. I 131.  
 — eiternde, Biersche Stauung I 197.  
 — Jodieren der Umgebung I 134.  
 — Rasieren der Umgebung I 134.  
 — Veränderung des Aussehens ders. I 125.  
 Wundentzündung, primäre I 184.  
 Wundflächenbakterien I 192.  
 Wundgewebe, Trübungen ders. I 125.  
 Wundinfektion, akutes Stadium I 175.  
 — anaerobe I 235.  
 — — Auslösung des Krankheitsbildes I 235.  
 — — Richtlinien für die Behandlung ders. I 212, 242.  
 — — chirurgische Prophylaxe I 243.  
 — — Klinik I 212.  
 — — Serumbehandlung I 256.  
 — Bakteriologie ders. I 113.  
 — Frequenz ders. I 102.  
 — Inkubation ders. I 122.  
 — — verlängerte durch Vuzin I 159.  
 — leichtere I 171.  
 Wundinfektion, primäre und sekundäre I 110, 111, 113, 127, 128.  
 — pyogene, Ausgang ders. I 175.  
 — — Behandlung ders. I 167, 186.  
 — — Klinik I 167.  
 — — fortschreitende I 174.  
 — Quellen ders. I 106.  
 — Verhütung und Behandlung I 100, 132.  
 Wundmittel, oxydierende I 253.  
 Wundnaht I 149.  
 — über Verweiltampon I 369.  
 — verzögerte primäre II 267.  
 Wundoberfläche, Austrocknung ders. I 196.  
 Wundrandexzision I 360.  
 Wundrevision I 360.  
 — erweiterte I 354.  
 Wundrose, Ausbreitung ders. I 179.  
 — bei Dekubitus I 658.  
 Wundschluß, primärer I 365.  
 Wundschutz durch Verband und Morphium I 46.  
 Wundstarrkrampf I 212.  
 — Ausgang dess. I 219.  
 — Bild des ausgesprochenen I 214.  
 — Inkubationszeit I 217.  
 — prophylaktische Behandlung I 232.  
 Wundtamponade, primäre I 72.  
 Wundtoilette I 360.  
 Wundtypen I 337.  
 Wundverschluß, sekundärer I 176.  
 Wundversorgung I 140.  
 — definitive I 147.  
 — erste I 70.  
 — konservative, bei Schädelsschüssen I 343.  
 — vorbeugende operative I 186.  
 Würfelbein, Lochschuß dess. II 331.  
 Wurfminengeschosse, Wirkung ders. I 19.  
 Wurmfortsatz, Schleimhauttransplantation II 663.
- Z.**
- Zahnarzt und Chirurg I 536.  
 Zahnreihen, Artikulation ders. I 539, 547.  
 Zahnschiene, umfassende I 559.  
 Zangen im Weltkrieg II 276.  
 Zehe, Implantation des Interdigitalgelenks der großen II 833.  
 — Transplantation als Fingerersatz II 706.  
 Zehenstellung II 337.  
 Zeigefinger, isolierte Lähmung des Beugers II 539.  
 — Sehnen transplantation II 684.  
 Zellgewebe, retroperitoneales, Infektionen dess. I 131.  
 Zelluloidplastik I 467, 468.  
 Zentralnervensystem, Explosionsschädigungen I 29.  
 Zentrifugaldruck I 294.  
 Zerebellarer Symptomenkomplex I 355, 440.  
 Zerebrospinalflüssigkeit, Bleigehalt ders. I 264.  
 — akute Flutwelle ders. I 322.  
 Zerreißen, totale I 96.  
 Zertrümmerungsschüsse I 287, 294.  
 Zervikalnerven, Schußverletzungen I 633.  
 Zisternen an der Schädelbasis I 291.  
 Zökumperforation I 33.  
 Zonen der Geschosse I 290.  
 Zuckerbehandlung der Wunden I 154, 255.



- Zugbalken von Schellhorn I 568, 569.  
 Zugverband auf Feldtrage nach Weißenstein II 253, 254.  
 Zunge, starke Blutungen I 501.  
 Zungenbein, Schußverletzungen I 610, 611.  
 — — Symptome I 611.  
 — — Therapie I 612.  
 — — Verlauf und Prognose I 613.  
 Zungenbisse, bei Masseterenkrämpfen, Vermeidung ders. I 220.  
 Zueihöhlenschüsse II 18.  
 Zwerchfell, Röntgenologische Darstellung des vernähten I 779.  
 — -Glottiskrämpfe I 215.  
 Zwerchfellbruch, linksseitiger I 768.  
 Zwerchfellhernien, operative Behandlung I 777.  
 — traumatische, Röntgenbilder I 770, 771.  
 Zwerchfellkrampf I 231.  
 Zwerchfellriß II 96.  
 — Behandlung dess. II 44.  
 Zwerchfellverletzung bei Milzschüssen II 94.  
 — bei Nierenschüssen II 110.  
 Zwerchfellwunden I 767.  
 Zysten, lufthaltige I 488.  
 — meningeale I 488.  
 — im Narbenbereiche I 368.  
 Zystitis II 56.  
 Zystoskopie bei Blasenschüssen II 123.  
 — bei Nierenschüssen II 108.  
 Zystostomie, suprapubische I 687.
-

# Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege 1914/18

Herausgegeben von

**Prof. Dr. Otto von Schjerning(†)**

s. Z. Chef des Feldsanitätswesens im Kriege

In 9 Bänden

In dem „Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege“ soll alles, was Neues im Kriege in Praxis und Wissenschaft durch die Ärzte geschaffen ist und Ausblicke für die Friedensmedizin bietet, niedergelegt werden.

---

**Bd. I u. II: Chirurgie.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausgegeben von Erwin Payr in Leipzig und Carl Franz in Berlin. 2 Bände. XXXII, 816 und VIII, 886 Seiten mit 1039 zum Teil farbigen Abbildungen im Text, 1 Stereoskop- und 2 Doppeltafeln. 1922.

M. 1000.—, geb. M. 1240.—

Das Gebiet der Chirurgie verdankt dem Kriege besonders viel, was neue Forschungen, Einrichtungen usw. anbetrifft. Der Krieg hat aber auch gezeigt, daß noch sehr viel zu wünschen übrig war, daß es noch sehr viel zu schaffen und zu lernen gibt. Ein Hauptziel des Werkes ist deshalb, das darzustellen, was als bleibender Gewinn für die Friedens-Chirurgie aus den Erfahrungen der Kriegs-Chirurgie betrachtet werden kann. Die Bearbeitung der einzelnen Abschnitte ist Chirurgen anvertraut, die durch ihre Stellung im Kriege besonders reiches Material bestimmter Verletzungsarten zu sehen Gelegenheit hatten. So wird das Werk als ein bleibendes Denkmal für den hohen Stand der chirurgischen Friedenswissenschaft für Gegenwart und Zukunft zeugen.

**Bd. III: Innere Medizin.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausg. von L. von Krehl in Heidelberg. VIII, 721 Seiten mit 74 Abbildungen im Text. 1921. M. 340.—, geb. M. 460.—

**Kongreßzentralblatt für gesamte innere Medizin und die Grenzgebiete:** Das Buch wird für jeden Kliniker der Jetztzeit und auch für den in späteren Jahren, dann auch für den Konstitutionsforscher eine Fundgrube für interessante, durch die eigenartigen Kriegsverhältnisse vielseitig schattierter Beobachtungen sein.

**Bd. IV: Geistes- und Nervenkrankheiten.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausg. von Karl Bonhoeffer in Berlin. I. Teil. VII, 342 Seiten mit 17 Abbildungen im Text. 1922.

Nur brosch. M. 150.—

Der II. Teil folgt im Sommer 1922. Danach wird der vollständige Band auch gebunden ausgegeben.

Der Band der Kriegserfahrungen auf dem Gebiete der Psycho- und Neuropathologie will das bringen, was der Krieg an neuen pathologischen Einsichten in diesem Bereiche gebracht hat. Besonders interessant dürften für alle Fachärzte die Darstellungen der psycho-neurotischen Zustände sein, worüber große Meinungsverschiedenheiten herrschten. Der Krieg hat gerade über den wesentlichen Punkt in diesen Fragen, den psychogenen Charakter der Kriegsneurosen, weitestgehende Übereinstimmungen gebracht, und damit die schon vor dem Kriege von zahlreichen Forschern vertretene Auffassung der Unfallneurosen und des Hysterieproblems wohl endgültig bestätigt. Der Band hat für alle Nervenärzte und inneren Kliniker Interesse und sollte in der Bibliothek keiner Nervenklinik fehlen.

**Ausführliche Prospekte kostenlos.**

---

**Preiserhöhungen vorbehalten. Für das Ausland kommt zu den Preisen ein Valuta-Aufschlag hinzu.**

**Bd. V: Augenheilkunde.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausgegeben von Theodor Axenfeld in Freiburg i. Br. Etwa 500 Seiten mit 261 teils farbigen Abbildungen im Text und 1 schwarzen und 3 farbigen Tafeln. 1922. Etwa M. 500.—, geb. M. 620.—

Die ungeheure Zahl der Augenverletzten hat nicht nur die Erfahrungen des Friedens bestätigend erweitert und unsere Hilfsmittel in größtem Umfange auf die Probe gestellt, wie auch manche interessante Einzelbeobachtung gebracht, sondern auch grundsätzliche Fortschritte: Die Darstellung der direkten und indirekten Geschöß- und Explosionswirkung, der Schußverletzungen der Orbita und ihrer Nachbarschaft, der Fremdkörperverletzungen, der verschiedenen Gase läßt das erkennen. Die Verletzungen der optischen Bahnen in bisher unerhörter Zahl und Mannigfaltigkeit hat zur Frage der Symptome und der Lokalisation wesentlich beigetragen. Auf dem bunten Gebiete der Augensymptome bei Allgemeinkrankheiten sind manche wertvolle Erfahrungen zu verzeichnen, z. B. bei den Infektionskrankheiten, der Kriegsnephritis usw. Von großem Interesse ist, daß der umfangreiche Nachtdienst eine Prüfung des Lichtsinnes und der Adaptation des Heeres mit sich brachte. Solche Massenerfahrungen fehlten bisher ganz. Die vorliegenden Darstellungen über Augenverletzungen sind wahrlich reichlich genug, um zu zeigen, was zu leisten war und welche Erweiterung unseres Wissens und unserer Erfahrung wir dieser Zeit verdanken.

Interessenten: alle Augenärzte und Augenkliniken.

**Bd. VI: Gehörorgan und Obere Luft- und Speisewege.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausgegeben von Otto Voß in Frankfurt a. M. und Gustav Killian(†) in Berlin. X, 348 Seiten mit 80 Abbildungen im Text, 1 schwarzen und 1 farbigen Tafel. 1921.

M. 180.—, geb. M. 300.—

**Deutsche medizinische Wochenschrift:** Der stattliche Band gibt eine ausgezeichnete Übersicht über die Verwundungen und Erkrankungen des Gehörorgans sowie über die Verletzungen der oberen Luft- und Speisewege. Es ist den wichtigsten Erfahrungen des Krieges, der eine ungeheure Fülle neuer Beobachtungen zum Teil ganz neuer Krankheitsbilder mit sich brachte, in den allermeisten wesentlichen Punkten Rechnung getragen.

**Bd. VII: Hygiene.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausg. von Wilhelm Hoffmann in Berlin. VIII, 618 Seiten mit 184 Abbildungen im Text und 3 farbigen Tafeln. 1922.

M. 400.—, geb. M. 520.—

Außer den Infektionskrankheiten erfordern die unter den Kriegsverhältnissen besonders schwierigen Fragen der Ernährung, der Wasserversorgung, der Abfallbeseitigung, namentlich auch die Unterbringung der häufig in kurzer Zeit in unerwartet großen Mengen eintreffenden Kriegsgefangenen eingehende Beachtung und praktische Lösung. Reichhaltiges Material ist in dem vorliegenden Bande darüber zusammengetragen, das uns in der Nachwelt die gewaltigen Leistungen unserer hygienischen Wissenschaftler im Weltkriege vor Augen führt. Interessenten sind alle Hygieniker, Hygienische Institute, Innere Mediziner, Bakteriologen usw.

**Bd. VIII: Pathologische Anatomie.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausgegeben von Ludwig Aschoff in Freiburg i. Br. VIII, 591 Seiten mit 134 Abbildungen im Text und 6 farbigen Tafeln. 1921.

M. 300.—, geb. M. 420.—

**Zentralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie:** Das Werk begrüßt man mit großer Freude, für jeden Pathologen wird es unentbehrlich sein, auch dann, wenn wir in nächster Zeit von Kriegen verschont bleiben. Danken müssen wir dem Herausgeber und den Autoren, daß sie trotz mancher Schwierigkeiten in so kurzer Zeit nach dem Kriege uns dieses Standardwerk der Kriegspathologie bescherten. Der Verlag kann stolz sein auf die hervorragende Ausstattung.

**Bd. IX: Röntgenologie.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausgegeben von Rudolf Grashey in München. VIII, 383 Seiten mit 542 Abbildungen im Text und 1 Stereoskoptafel. 1922.

M. 250.—, geb. M. 370.—

Im vorliegenden Bande sind die vielen medizinischen und technischen Erfahrungen in den Röntgenlaboratorien im Felde und in der Heimat gesammelt worden, welche nicht nur wieder für besondere Kriegszwecke, sondern auch für die Friedensmedizin Wert und Geltung haben. Alle Mediziner (Chirurgen, Innere Kliniker, Ophthalmologen und Rhinologen, vor allem natürlich Röntgenologen) sind Interessenten des vorliegenden Bandes.

Es werden auch Exemplare sämtlicher Bände in Halbfranz gebunden. Der Einbandpreis für diese beträgt pro Band M. 240.—.

**Preiserhöhungen vorbehalten. Für das Ausland kommt zu den Preisen ein Valuta-Aufschlag hinzu. Ausführliche Prospekte kostenlos.**

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH IN LEIPZIG



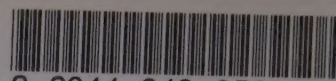






3 2044 048 953 723





3 2044 048 953 723